agosto 1857. In quella maniera che la natura si è a me rivelata in Italia nel 1854, si è pure rivelata a Whitehouse in Inghilterra nel 1857. Le opinioni degli uomini si cangiano; ma le leggi della natura rimangono le stesse. Il silenzio, al quale furono ridotti alcuni giornali scientifici, come il Nuovo Cimento di Pisa e Torino, e la Biblioteca Universale di Ginevra, è la prova più manifesta della erroneità delle dottrine, che ànno sostenute. Non fu che il Belli a Pavia e il Bellavitis a Padova, che replicarono i sofismi degli altri, senza aggiugnere fatto veruno.

SITZUNG VOM 10. DECEMBER 1857.

Vorträge.

Über die Bildung und Umbildung einiger Mineralien in Süd-Tirol.

Von Dr. Ferdinand Frhr. v. Richthofen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 30. April 1857.)

Seitdem Lyell vor nunmehr dreissig Jahren das Studium der gegenwärtig an der Oberfläche der Erde stattfindenden Veränderungen angeregt hat, um auf inductivem Wege auf die Vorgänge in früheren Perioden schliessen zu können, ist diese Seite der geologischen Wissenschaft, gewissermassen die Physiologie der Erde, mächtig weiter entwickelt worden und ihr verdankt die Geologie die glänzendsten Resultate, welche sie seit jener Zeit gewann. Während Lyell, De la Bèche und die meisten ihrer Nachfolger auf diesem Wege sich hauptsächlich der Beobachtung der mechanischen Vorgänge zuwandten, blieb es den Deutschen vorbehalten, den chemischen Veränderungen auf der Erdoberfläche gleiche Geltung zu verschaffen. Indem man die in der Natur stattfindenden Processe im Laboratorium nachahmte, bahnte man aber auch zugleich eine genauere Forschungsmethode an; denn es gelang jetzt, durch subtile Beobachtung einer Erscheinung die Analogie des natürlichen Bildungsprocesses mit dem durch das Experiment beobachteten nachzuweisen.

Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch, gestützt auf möglichst genaue Beobachtung und Untersuchung, sowie auf Vergleichung mit bekannten Vorgängen, die Mineralien einer der petrographisch interessantesten Gegenden des Continents mit Rücksicht auf ihre Entwickelungsgeschichte zu behandeln. Es sei mir gestattet zunächst die Gesichtspunkte anzugeben, von denen ausgegangen werden soll.

Die in der Natur vorkommenden anorganischen chemischen Verbindungen können unter sehr verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. Der Mineralog untersucht die atomistische Zusammensetzung und die physicalischen Eigenschaften, um die gegenseitigen Beziehungen Beider kennen zu lernen; die Krystallonomie in der weitesten Bedeutung dieses von Rammelsberg aufgestellten, bezeichnenden Ausdrucks ist die Wissenschaft der aus den mineralogischen Beobachtungen abstrahirten Resultate. Ganz anders gestaltet sich die Aufgabe für den Geologen. Die Gestalt eines Minerals, seine chemische Zusammensetzung und seine physicalischen Eigenschaften haben als solche für ihn nur untergeordnete Bedeutung; sie sind ihm nur das Material zu dem Grund, auf dem er weiter fortbaut und erhalten ihren hohen Werth erst durch ihre Verwendbarkeit zu historischen Resultaten von grösserer Tragweite. Er sieht sie als gegebene Grössen an, von denen ihm keine so hoch und so abstract ist, dass er sie nicht weiter verwerthen und für seine Wissenschaft anwenden könnte. Die Aufgabe des Geologen ist, jene gegebenen Grössen als Functionen der Bildungsgeschichte der Mineralien nachzuweisen, den Zusammenhang zu ergründen, welcher zwischen dem Bildungsprocess und dem Bildungsproduct herrscht. Denn nur mit Hilfe der Geschichte der letzten Elemente, die einer solchen fähig sind, kann es uns gelingen, die Geschichte der grossen Glieder des Erdganzen und des Erdballs selbst zu verstehen.

Die Vorgänge der Bildung und Umbildung lassen sich zwar nicht wesentlich von einander trennen, insofern beide denselben chemischen und physicalischen Gesetzen unterworfen sind. Dennoch erfordert der geologische Gesichtspunkt eine solche Scheidung. Ich will versuchen, beide Begriffe, wie sie für die vorliegende Behandlung der Mineralien aufgefasst wurden, bestimmter zu definiren.

Die Art und Weise der Mineralbildung kann eine sehr manchfaltige sein; man könnte nach den Modificationen derselben die primitiven oder primären von den secundären Mineralien unterscheiden,

wiewohl auch diese Begriffe kaum einer scharfen gegenseitigen Abgrenzung fähig sind. Den primären würden zunächst diejenigen Mineralien zufallen, welche Producte der ersten und Grundquelle aller Mineralbildung sind; diese ist aber dort, wo die feurig flüssigen Bestandmassen der Erde zu einem Aggregat neben einander bestehender chemischer Verbindungen erstarren. Hier findet wirkliche Bildung im eigentlichsten Sinne des Wortes Statt, da in der geschmolzenen Masse die Mineralien nur virtuell vorhanden waren. Indem sich die chemischen Verwandtschaftskräfte bei der Erkaltung ändern, entsteht ein Mineralgemenge, das eine bestimmte Function der chemischen Zusammensetzung der Grundmasse und verschiedener Umstände bei der Erkaltung ist.

In innigem Zusammenhange mit dieser Quelle der Mineralbildung steht der Contact von Eruptivmassen mit durchbrochenen Sedimentärgesteinen. Hier können, abgesehen von der späteren Zersetzung, auf zweifache Weise Bedingungen zur Entstehung von Mineralien geboten sein, indem einerseits die Eruptivmasse Bruchstücke des Nebengesteins in sich einschmilzt, andererseits das letztere geschmolzen wird und ein Lösungsmittel für einzelne Bestandtheile des Eruptivgesteins bildet, welche sich dann bei der Erkaltung als selbstständige Mineralien ausscheiden. Dieser Fall findet in ausgezeichneter Weise am Monzoni und bei Canzacoli Statt.

Dies sind Fälle von entschieden primärer Bildung. Man könnte hierher auch die Sublimationsproducte stellen; allein sie sind so häufig durch Zersetzung des schon Bestehenden entstanden, dass sie bereits an der Grenze der secundären Mineralien stehen. Übrigens scheinen sie für Süd-Tirol unwesentlich; sie lassen sich nirgends sicher nachweisen.

Als secundäre Mineralien kann man alle diejenigen bezeichnen, welche durch Veränderung der primären Mineralien aus deren Bestandtheilen entstanden sind, also alle vom Wasser fortgeführten und durch Entziehung des Lösungsmittels an anderen Orten abgelagerten oder mit anderen Stoffen, denen sie auf ihrem Wege begegneten, in chemische Verbindung getretenen und niedergeschlagenen Zersetzungsproducte.

Die Umbildung fällt keineswegs mit der Bildung secundärer Mineralien zusammen. Sie ist die durch die im Wasser gelösten oder auch durch freie chemische Agentien, oft auch durch physicalische

Einflüsse bewirkte Veränderung der bestehenden Verbindungen, und kann auf gleiche Weise die primären wie die secundären Mineralien betreffen. Ist die Metamorphosirung eine chemische, so bezieht sich der Ausdruck „Umbildung“ nur auf die am Schauplatz der Zersetzung zurückbleibenden Producte und die Betrachtung derselben hat es zunächst nur mit der Ergründung des Processes zu thun, der stattgefunden hat; die Verwendung der fortgeführten Bestandtheile gehört nicht zu ihren unbedingten Erfordernissen. Ist auch eine solche Trennung der Betrachtungsweise keine streng logische, so ist sie doch ungemein fruchtbar für die geologisch-mineralogische Forschung und in ihrer Anwendung althergebracht. Besonders ist es das ganze Reich der Pseudomorphosen, welches bei Erörterung der Umbildungsprocesse eine wichtige Rolle spielt. Doch beschränken wir uns nicht auf den gewöhnlichen Begriff derselben, insofern man darunter das Auftreten einer chemischen Verbindung in einer Krystallform versteht, die einer andern Verbindung angehört, an deren Stelle jene getreten ist. Ist die in Quarz verwandelte Kalkspathkugel im Basalt nicht ein Erzeugniss desselben Umwandlungsprocesses, durch welchen die Form des ausgebildeten Krystalls von der neuen Substanz erfüllt wird? warum vindicirt man ihr nicht auch den Namen Pseudomorphose? Oder ist die leichtere Erkennbarkeit des Vorgangs der Gesichtspunkt für die Abgrenzung des Begriffs? Ist aber die Kalkspathkugel eine Pseudomorphose, so ist es auch der in Quarz verwandelte Kalkspathgang, so wie nicht blos dem in Quarz verwandelten Stilbitkrystall jene Bezeichnung zukommt, sondern auch der derben Masse, welche in Gängen auftritt. Wir bezeichnen demnach als Product pseudomorpher Umbildung jede in der Natur vorkommende chemische Verbindung, welche sich successive an der Stelle und auf Kosten einer früher dagewesenen gebildet hat. Die gewöhnliche Eintheilung der Pseudomorphosen gilt natürlich auch für die allgemeineren Umwandlungsproducte. Wie man dort Umwandlungs- und Verdrängungs- (Blum) oder homöomere und heteromere (Winkler) Pseudomorphosen unterschieden hat, so thun wir es auch hier. Weiter aber können wir den vorgeschlagenen Eintheilungen nicht folgen. Ob Bestandtheile „hinzugetreten“ oder „verloren“ seien oder ob sie sich „ausgetauscht“ haben, bleibt sich im Wesentlichen gleich. Bei einem und demselben Mineral kann man zwar für diese verschiedenen Wirkungen verschiedene Umwandlungsprocesse annehmen, aber allgemeineren Werth

dürfen wir der Eintheilung darum nicht beilegen, weil sie weder grosse Gruppen gleicher Umwandlungsproducte noch gleicher Umwandlungsprocesse zusammenfasst, sondern höchstens scheinbar analoge Wirkungen, aber selbst diese nach einem unzureichenden Gesichtspunkt. In der Zeit, als diese Classification aufgestellt wurde, als Blum seine erste Zusammenstellung bekannter Pseudomorphosen herausgab, die über das noch unbekannte Reich Licht verbreitete und der Geologie ein wichtiges noch zu bearbeitendes Gebiet eröffnete, da konnte man bei der Eintheilung der Erzeugnisse unbekannter Vorgänge nur nach jenen Gesichtspunkten verfahren, von denen Blum ausging. Jetzt, da man die Vorgänge besser kennt, da man weiss, dass derselbe im Wasser gelöste Stoff hier eine Verminderung, dort eine Vermehrung der Bestandtheile herbeiführen kann, muss jener Eintheilungsgrund als unzureichend erscheinen, er hat nur noch historischen Werth.

Die auf einem geistreichen und interessanten Gesichtspunkt beruhende Eintheilung Haidinger's in anogene und katogene Pseudomorphosen ist ausser der in Umwandlungs- und Verdrängungs-Pseudomorphosen die einzige, welche die Umwandlungsprocesse nach einem grossartigen, durchgreifenden Plane scheidet; aber obwohl sie von ungemein grosser Tragweite für die Beurtheilung und Aneinanderreihung geologischer Vorgänge zu werden verspricht, so erlaubt doch die geringe Zahl genau festgestellter Thatsachen noch nicht, dieses Princip mit genügender Sicherheit hier anzuwenden, wo es sich um eine Darstellung einzelner Bildungsprocesse handelt.

Um so sicherer kann man jetzt, da die Kenntniss der Umbildungsvorgänge zu weit grösserer Klarheit gelangt ist, die Pseudomorphosen nach rein chemischen Gesichtspunkten classificiren. Dies versuchte in neuester Zeit Dr. Winkler[1]). Indem aber den Blum-schen Abtheilungen unter den (bereits anderweitig angewendeten) Namen der homöomeren (Umwandlungs-) und heteromeren (Verdrängungs-) Pseudomorphosen bei der Eintheilung eine nur untergeordnete Rolle zuerkannt und als höchstes systematisches Princip die Classification der Mineralien in metallische und nichtmetallische zu

---

[1]) Winkler, die Pseudomorphosen des Mineralreichs. München, 1856. Gekrönte Preisschrift.

Grunde gelegt wird, dürfte dieses neue System kaum geeignet sein, die bedeutenden Schwierigkeiten einer naturgemässen Eintheilung zu heben; denn es trennt und spaltet, wo alle Verhältnisse die innigste Vereinigung fordern.

Nachdem wir so im Allgemeinen die Begriffe „Bildung und Umbildung“ der Mineralien abzugrenzen versucht haben, ist es noch übrig, den Gang zu erörtern, welcher bei der Untersuchung des Bildungsprocesses einzuschlagen ist. Es werfen sich bei jedem Mineral mehrere Fragen auf, welche beantwortet werden müssen, wenn man Klarheit über seine Bildung erlangen will. Die wichtigsten dürften folgende sein.

1. Woher stammen die Elemente, aus denen das Mineral besteht? und wie wurden sie zugeführt?

2. Durch welchen Vorgang traten sie zu der bestimmten Verbindung zusammen, welche uns in dem Mineral entgegentritt?

3. Welche Umstände bestimmten das letztere zu derjenigen krystallographischen und physicalischen Ausbildung, die das Mineral an dem beobachteten Ort charakterisirt?

Zu diesen Fragen kommen noch einige, welche die Umbildung betreffen:

4. Durch welche Mittel wurde der ursprüngliche Zustand des Minerals verändert und woher stammen die Stoffe, welche die Veränderung bewirkten?

5. Wie sind die fortgeführten Bestandtheile weiter verwendet worden?

Versuchen wir es, alle diese Fragen welche zum Theil oder in ihrer ganzen Zahl an jedes Mineral zu stellen sind, in ihrer allgemeinen Bedeutung zu erörtern, die Mittel zu erforschen, durch welche es gelingen kann, sie befriedigend zu beantworten und die Folgerungen zu untersuchen, welche sie auf geologische Verhältnisse gestatten.

1. Das erste Material zur Entstehung von Mineralien gaben die heissflüssigen Grundbestandmassen der Erde, welche nach ihrer Eruption durch die Erstarrung zu Mineralaggregaten neubildend wirkten. Wir gehen hier nicht auf die abweichenden neptunischen Ansichten mancher neuerer Geologen über die Entstehung der krystallinischen Massengesteine ein. Nach jenen Theorien müsste man allerdings die Bestandtheile des Feldspaths, Augits u. s. w. aus ganz

anderen Quellen herleiten, als wenn man dem Granit und Porphyr gleichen Ursprung zuschreibt, wie den erkalteten Lavaströmen der Vulcane. Erst nach dem ersten Act der Erstarrung räumen wir dem Wasser und den in ihnen gelösten Stoffen ihr volles Recht ein. Wir nehmen ferner an, dass allen physicalischen Gesetzen zu Folge die heissflüssigen Eruptivmassen umgestaltend auf viele durchbrochene Gesteine wirken mussten. Für eine grosse Anzahl von Mineralien beantwortet sich aus diesen Principien die erste Frage von selbst, da alle Bestandtheile eruptiver Gebirgsarten unmittelbar aus dem Erdinnern stammen. Sind sie später in Kaolin, Grünerde u. s. w. umgewandelt, so haben wir diese Umbildungsproducte auf die ursprüngliche Form zurückzuführen und diese auf die Grundquelle aller Mineralbildung.

Die Anzahl der Mineralien, deren Material auf dem bezeichneten Weg an den Schauplatz der Bildung gelangte, ist nur gering. Den ungleich zahlreicheren Mineralien secundärer Bildung wurde es durch weit complicirtere, schwieriger zu erörternde Umstände zugeführt und es reicht kaum die genaueste Untersuchung hin, um Klarheit darüber zu erlangen. Für das beschränkte Gebiet, dessen Mineralien den Gegenstand dieser Abhandlung bilden, wird es selten schwer sein, den Ursprung der Bestandtheile aus ihrer richtigen Quelle herzuleiten. Sie können nur aus den benachbarten Gesteinen stammen und es ist nur eine möglichst genaue Untersuchung bis ins kleinste Detail nöthig, um völlige Gewissheit zu erhalten. So lässt sich von vorn herein feststellen, dass fast jede secundäre Ausfüllung von Hohlräumen aus dem umgebenden Gesteine stammt. Es bleibt dann nur noch in jedem einzelnen Falle zu erweisen, ob dieselbe secundär ist und, wenn sie dies ist, welche Mineralien durch ihre Zersetzung die Bestandtheile der neuen Verbindung lieferten und welches der Gang der Zersetzung sein musste, um jene zusammenzuführen. Dies lässt sich zwar lediglich auf theoretischem Wege ergründen, doch kann empirische Beobachtung auch hier von grossem Werthe sein und zur Bestätigung oder Widerlegung des durch die Theorie gewonnenen Resultates beitragen. Das Hauptmoment zur Beantwortung der ersten Frage bleibt somit möglichst genaue geognostische Untersuchung der Lagerstätte, unterstützt durch chemische Untersuchung.

2. Die zweite Frage stellt einer genügenden Beantwortung schon bedeutende Schwierigkeiten entgegen, die nur ein weiteres

Vorschreiten der theoretischen Chemie überwinden können wird; dies gilt besonders für die primären Mineralien. Wenn eine durch Eruption an die Oberfläche gelangte heissflüssige Masse langsam erstarrt, so entsteht ein krystallinisches Aggregat von Mineralien. Kein Atom bleibt unangewendet zurück, alle treten zu bestimmten Verbindungen zusammen, die nur eine Function der quantitativen Verhältnisse der Grundbestandtheile und in geringem Grade auch der Erstarrungsverhältnisse (Sanidin und Orthoklas) zu sein scheinen. Wir dürfen daher annehmen, dass jede flüssige Eruptivmasse, wenn die Erstarrungsverhältnisse während der ganzen Dauer derselben gleich bleiben, nur ein ganz bestimmtes Mineralgemenge ergeben kann. Zwar scheinen einzelne Gesteine, z. B. Granitit, diese Annahme zu widerlegen; das ist aber nur scheinbar. Granitit ist als ein Gemenge von Quarz, Orthoklas, Oligoklas und Magnesiaglimmer bekannt; es scheint schwer zu erklären, warum nach der krystallinischen Ausscheidung des Orthoklases dieselbe kieselsäurereiche Verbindung sich nicht weiter ausschied, sondern an ihrer Stelle Oligoklas, da doch die nöthigen Bestandtheile zu jener in dem Rest der geschmolzenen Masse vorhanden waren. Allein es ist nicht zu übersehen, dass das $\dot{R} + \ddot{\text{R}}$ des Orthoklases ein anderes ist, als das des Oligoklases, und das $\dot{R} + \ddot{\text{R}}$ des Granitits ein anderes als das des Granits. Jenes zerlegt sich in das des Granits und in ein neues, das zu neuen Verbindungen verwendet werden konnte und musste. Es kann sich demnach in jeder Granititmasse nur eine ganz bestimmte Menge Orthoklas ausscheiden; von den übrig bleibenden $\dot{R} + \ddot{\text{R}}$ wird für den Oligoklas so viel verbraucht, als von dem ihm eigenthümlichen Basengemenge zur Verfügung steht. Die Beobachtungen an allen Gesteinen, welche als Mineralgemenge aus geschmolzener Masse erstarrt sind, führen zu dem auch anderweitig in der Chemie bestätigten Resultat, dass schon bei einer Temperatur, welche den am höchsten liegenden Erstarrungspunkt weit übersteigt, die Atome zu den verschiedenen Verbindungen zusammentreten, die sich später in fester Form ausscheiden, dass diese Verbindungen sich gegenseitig in Lösung halten und so lange suspendirt bleiben, bis der Grad der Erkaltung ihr successives Zusammentreten zu Krystallen fordert. Nur dann ist jenes gewissermassen prädisponirende Bilden einer bestimmten Anzahl von Verbindungen erklärbar, welche genau in dem chemischen Gemenge aufgehen. Noch fehlt es durchaus an Anhaltspunkten, um aus der chemischen

Zusammensetzung der Gesammtmasse die relativen Mengen der ausgeschiedenen Mineralien zu berechnen; doch ist mit den fortschreitenden Versuchen der Berechnung von Analysen der erste Schritt zur Lösung des wichtigen Problems gethan, wenn auch jene Versuche bis jetzt sehr weit hinter ihrem Ziele zurückgeblieben sind und zu vielen Irrthümern Veranlassung gegeben haben.

So schwierig die Erklärung des Zusammentretens der Bestandtheile einer geschmolzenen Masse zu den bestimmten chemischen Verbindungen ist, welche wir als Resultat der Erstarrung beobachten, so einfach ist die Beantwortung unserer zweiten Frage für die secundären Mineralbildungen, soweit sie das Product von Zersetzungsvorgängen sind. Hier walten in den meist wässerigen Lösungen nur die Gesetze der Wahlverwandtschaft unter Verhältnissen der Temperatur und des Druckes, bei denen wir sie am leichtesten zu beobachten Gelegenheit haben. Sind daher die Lösungsmittel und die in Lösung befindlichen Stoffe bekannt, so ist es leicht, nach jenen Gesetzen, so weit sie ergründet sind, das Resultat theoretisch a priori herzuleiten. Ist auch das umgekehrte Verfahren, aus dem Endproduct des chemischen Vorganges auf diesen selbst zu schliessen, ungleich schwieriger, so führt es doch bei genügender Beobachtung aller begleitenden Umstände in den meisten Fällen zu befriedigenden Resultaten, und nur selten fehlt jeder Anhaltspunkt zur Erklärung.

3. Von ungemeiner Wichtigkeit für geologische Untersuchungen scheint die dritte Frage: über die Abhängigkeit der Krystallform und der physicalischen Eigenschaften eines Minerals von seiner Entstehungsweise, zu werden. Mehr und mehr öffnen sich neue Gesichtspunkte in diesem noch dunklen Gebiet, aber es liegen leider noch zu wenige Untersuchungen vor, um die Frage umfassend beantworten und ihre ganze Tragweite beurtheilen zu können. Versuchen wir es, mit Hilfe des geringen Materials der vorliegenden Untersuchungen, die auf Krystallform und physicalische Eigenschaften einflussreichsten Agentien zusammenzustellen.

Der Einfluss der Temperatur auf die Form der Krystalle ist zuerst beachtet worden, da er sich in auffallender Weise zeigt. Schwefel, Quecksilberjodid und kohlensaurer Kalk sind ausgezeichnete Beispiele, die bereits vielfach ausgebeutet wurden und zur Kenntniss der Paramorphosen Veranlassung gaben. Auch andere Beispiele der Scheerer'schen Paramorphosen dürfen wir hieher

stellen, so den Natrolith nach Paläonatrolith oder Spreustein, diese überaus interessante Bildung, welche den grossen Werth kundgibt, den der weitere Verfolg der angeregten Thatsachen für die Geologie verspricht. Die überraschenden Resultate, welche G. Rose bei der Untersuchung des kohlensauren Kalks erhielt, zeigen den Einfluss der Temperatur auf die Krystallform klarer, als jedes andere Beispiel. Grosse Differenzen ändern also das Krystallsystem, daher die Untersuchung des letzteren oft einen Schluss auf die Temperaturverhältnisse bei der Bildung eines Minerals erlaubt. Ob aber die durch Mitscherlich's bekannte Untersuchungen nachgewiesene Veränderung der Krystallwinkel durch geringe Schwankungen der Temperatur von Einfluss auf die genetische Erforschung der Mineralien sei, ist zweifelhaft, weil der fertig gebildete Krystall diesen Änderungen auch noch unterworfen ist.

Ob die Schnelligkeit der Erstarrung auf die Form der Krystalle Einfluss ausübt, ist noch nicht festgestellt, da selbst der scheinbar durch Experimente bewiesenen Ansicht, dass dieselbe chemische Verbindung durch schnelle Erstarrung Augit, durch langsamere Erkaltung Hornblende werde, viele erhebliche Bedenken entgegengestellt werden können. Bei der Erklärung des Uralits soll dieser Gegenstand ausführlicher besprochen werden. Übrigens ist weder bei künstlich dargestellten Verbindungen noch bei Hüttenproducten durch analoge Erscheinungen ein Stützpunkt zur Begründung jener Ansicht gegeben.

Um so mehr ist der Einfluss hervorzuheben, welchen die Erstarrung auf die physicalischen Eigenschaften ausübt. Dasselbe Mineral hat bei gleicher Form oft eine sehr verschiedene Vollkommenheit der Spaltbarkeit; besonders gilt dies vom Augit, bei dem wir in Süd-Tirol vielfach Gelegenheit haben werden, den unverkennbaren Einfluss der Dauer der Erstarrung nachzuweisen. Das Verhältniss ist alsdann dasselbe wie die schnelle Erstarrung eines Gemenges zu einer amorphen Masse zur krystallinischen Ausbildung durch langsame Abkühlung. Auch bei dem Absatz secundärer Mineralien aus Lösungen kann die Dauer des Vorganges die Ausbildung des Krystalls bedeutend modificiren, besonders wenn Unterbrechungen stattfanden und dadurch eine schalige Bildung hervorgerufen wurde. Wenn in der Zwischenzeit Störungen stattgefunden haben, so kann ihr Einfluss bei der Vergrösserung des Krystalls oft sehr merklich sein.

Marbach zeigte am chlorsauren Natron, später auch Pasteur an anderen Salzen, dass wenn man eine dem System angehörige Fläche an einem Krystall schleift, dieselbe beim Weiterwachsen desselben zu einer wirklichen Krystallfläche sich ausbildet. Ähnliche Wirkungen können durch mancherlei zufällige Umstände hervorgebracht worden sein.

Von ungemein grosser Wichtigkeit für die krystallographische und physicalische Ausbildung ist der Einfluss der Umgebung. Die flächenreichsten Krystalle sind stets diejenigen, welche frei in Hohlräume hineinragen, wogegen die Gemengtheile krystallinischer Gebirgsarten durch die Umgebung an der freien selbstständigen Ausbildung gehindert wurden. So kann sich oft die letztere bei demselben Mineral nach der Rolle richten, welche es spielt (Feldspath, Augit). Bei dem Niederschlag aus Lösungsmitteln ist es besonders das zufällige Vorhandensein heterogener Bestandtheile, das eine nicht genug zu berücksichtigende Einwirkung auf die Flächenentwickelung ausübt. Die beschränkte Zahl von Beobachtungen über den Gegenstand mehrt sich von Tag zu Tag und bestätigt mehr und mehr die Allgemeinheit der für die Mineralbildung ungemein wichtigen Thatsache eines Zusammenhangs zwischen zufälligen Beimengungen des umgebenden Mittels mit der äusseren Begrenzung der Krystalle; er verdient in gleichem Masse die Aufmerksamkeit des Chemikers, des Krystallographen und des Geologen. Letzterem eröffnet sich hier ein nicht unbedeutendes Gebiet neuer wichtiger Stützpunkte, sobald es gelungen sein wird, die einfachsten in dieser Beziehung waltenden Gesetze zu erkennen. Wie der Chemiker durch das Experiment, so kann der Geologe durch empirische Beobachtung diese Kenntniss erweitern, besonders durch sorgsame Berücksichtigung des Zusammenvorkommens der Mineralien. Wenn es gelingt nachzuweisen, dass eine bestimmte Form eines Minerals stets an dieselben Verhältnisse des Zusammenvorkommens mit anderen gleichzeitig gebildeten gebunden ist, so darf man annehmen, dass die letzteren jene Form veranlassten.

Was endlich den Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die individuelle Ausbildung der Krystalle betrifft, so sehen wir davon ab, dass diese in ihren Grundverhältnissen mit jener verwebt ist. Nur die untergeordneten Modificationen durch geringe Schwankungen in der Zusammensetzung sind in Betracht

zu ziehen. Wenn ein Atom Wasser das Mineral zu einem durchaus anderen umgestaltet, so ist dies in der Änderung der chemischen Formel begründet; wenn aber diese gleich bleibt, so üben doch noch die vicariirenden Bestandtheile einen nicht unbedeutenden Einfluss aus. Die Rammelsberg'sche Eintheilung von Granat und Augit, sowie der Epidot, Turmalin und viele andere Mineralien gewähren Beispiele von der Veränderung der physicalischen Eigenschaften und der Formen durch die Anwesenheit untergeordneter Bestandtheile.

Die bekannte schöne Entdeckung von Prof. Leydolt, dass Flusssäure-Dämpfe an Quarzkrystallen Trapezflächen hervorbringen, erlaubt den Schluss, dass Lösungen, welche über fertig gebildete Krystalle fliessen, zuweilen neue Flächen durch derartige Abstumpfungen schaffen mögen. Findet später eine Vergrösserung des Krystalles Statt, so kann, der schon erwähnten Marbach'schen Beobachtung am chlorsauren Natron gemäss, die neue Fläche sich weiter entwickeln.

Werfen wir einen flüchtigen Blick zurück auf das ganze Gebiet der Erscheinungen, worauf die dritte Frage führt, so sehen wir in der weiteren Erforschung desselben einen überaus grossen Reichthum von Stützpunkten für die Bildungsgeschichte von Mineralien und Gesteinsmassen sich eröffnen. Wenn es durch das Experiment und durch Beobachtung in der Natur gelingt, nachzuweisen, dass irgend eine chemische Verbindung sich unter bestimmten äusseren Verhältnissen in bestimmter Weise ausbildet, so lässt sich umgekehrt aus der an einem anderen Orte beobachteten entsprechenden äusseren Form ein Rückschluss auf gleiche Bildungsverhältnisse ziehen. So kann es durch weitere Vergleichung und Zusammenstellung analoger Bildungsprocesse und Bildungsproducte gelingen, den inneren Zusammenhang zwischen beiden nachzuweisen, die Gesetze aufzufinden, welche zwischen den chemischen, physicalischen und genetischen Verhältnissen der Krystalle herrschen.

4. Die zwei Fragen, welche die Erforschung der Umbildung der Mineralien betreffen, fallen im Wesentlichen mit den vorigen zusammen. Die vierte Frage bezieht sich auf die Herleitung der Veränderung und den Ursprung der Stoffe, welche dieselbe bewirkten. Sie beantwortet sich analog der ersten, wenn wir die Umbildung nur als eine secundäre Mineralbildung betrachten, welche sich von der früher erörterten nur dadurch unterscheidet, dass jetzt die Zersetzungs-

producte sich in dem Raum und auf Kosten anderer Verbindungen eindrängen. Aber so ähnlich auch der Vorgang ist, so ist doch in der äusseren Erscheinung das Resultat ein anderes und spielt geologisch eine andere Rolle. Dies ist, um es nochmals zu wiederholen, der einzige Gesichtspunkt, der uns bei der Trennung eines Bildungs-Processes von dem der Umbildung leitet.

Die fünfte Frage, wie die bei der Umbildung fortgeführten Stoffe verwendet werden, führt uns auf den grossen Kreislauf, dem sie alle unterworfen sind, sobald sie einmal ihrer Geburtsstätte, den eruptiven Gesteinen, entrissen sind. Es findet eine unendliche Reihe von chemischen Umsetzungen und Veränderungen Statt, die Stoffe werden gelöst und wieder abgesetzt, um ewig in stets neuer Form denselben Kreislauf zu wiederholen. Nur einzelne Glieder der Reihe sind gegeben, theils in den Mineralien, theils in den im Wasser gelösten Bestandtheilen; aus den Gliedern haben wir die ganze Reihe zu construiren.

Um in Hinsicht auf jedes Mineral die aufgestellten Fragen so genau als möglich zu beantworten, ist eine Reihe von Beobachtungen nothwendig, die in verschiedener Vollständigkeit bei jedem Vorkommen anzustellen sind. Sie betreffen die chemischen Verhältnisse, die physicalisch-krystallographischen, die geognostischen im weitesten Sinne des Wortes und die des Zusammenvorkommens. Alle diese müssen als Basis gelten, auf die sich die Bildungstheorie stützt. Von ungemeiner Wichtigkeit und Fruchtbarkeit, aber bisher noch allzuwenig berücksichtigt, ist das Nebeneinandervorkommen, auf das wir schon hindeuteten. Wir bedienen uns dafür des Breithaupt'schen Ausdrucks „Paragenesis“. Ausser den Arten der neben einander vorkommenden Mineralien ist besonders ihre Anordnung in Betracht zu ziehen. Wenige der Beobachtung unterworfene Gesichtspunkte dürften von der Tragweite sein, als der vorliegende. Die Anordnung führt auf die Structurverhältnisse der Gebirgsarten im weitesten Sinne und damit auf einen bedeutenden Theil der Bildungsgeschichte; sie führt auf den successiven Absatz aus Gewässern in demselben Hohlraume, somit auf die Umbildungsgeschichte der ganzen anstehenden Gebirgsart, ferner auf die Structur und Entstehung der Gänge u. s. f. Das genaue Studium der neben einander vorkommenden Arten als solcher, ihrer chemischen Zusammensetzung in Bezug auf untergeordnete Bestandtheile, ihrer physicalischen Ausbildung und Form

lehrt die Einflüsse kennen, welche die Producte gleichzeitiger Bildung auf einander ausübten, sowie endlich die Thatsache der analogen Entstehungsweise aller auf gleicher Lagerstätte befindlicher chemischer Verbindungen, dieselben unter einem hohen und wichtigen geologischen Gesichtspunkt zusammenfassen lehrt, der zuerst in der Lehre von den anogenen und katogenen Pseudomorphosen ausgesprochen wurde.

Lagerstätten der Mineralien in Süd-Tirol.

Der Mineralreichthum von Süd-Tirol hat seine Quellen in den Eruptivgesteinen, welche in seltener Mannigfaltigkeit in den Thälern Fleims und Fassa auftreten. Rother Quarzporphyr hat sich in Form eines weiten Plateaus über den durchbrochenen Thonglimmerschiefer ausgebreitet. Triasgebilde, zum Theil aus seiner Zerstörung entstanden, sind ihm aufgelagert und werden noch während der Dauer der Triasperiode successive durchbrochen von Augitporphyr, Syenit, Turmalingranit und Melaphyr, welche sich gegenseitig durchsetzen. Ausser den unendlich vielen Varietäten der genannten Gebirgsarten finden sich noch untergeordnet: Hypersthenfels, Feldspathporphyr und Syenitporphyr, welche in sehr charakteristischer Ausbildung gangförmig in den vorigen auftreten. Die Gemengtheile einer so grossen Anzahl von Gebirgsarten ergeben bereits eine nicht unbedeutende Menge von Mineralien, welche zum Theil in vorzüglicher Ausbildung vorkommen. In ungleich grösserer Mannigfaltigkeit aber sowohl hinsichtlich des Reichthums an Arten als der verschiedenen Ausbildung einzelner derselben treten die secundären Mineralien auf, theils an den Grenzen eruptiver Massen mit durchsetzten Gesteinen als Contactproducte, theils auf Klüften und in Hohlräumen als Resultat der Zersetzung.

So gliedern sich die Lagerstätten in bunter Mannigfaltigkeit und jede derselben ist durch ihre Eigenthümlichkeiten, durch eine Fülle ihr ausschliesslich zukommender Mineralien ausgezeichnet. Kein Wunder, dass schon längst alle Sammlungen ein Schauplatz dieses Reichthums wurden, dass die Thalbewohner, auf ihre Schätze aufmerksam gemacht, dieselben nach allen Ländern trugen. So sehr aber auch die Mineralien Interesse erregen mussten, begann man doch erst spät sie an ihrer Geburtsstätte zu studiren. Der erste,

welcher hierin Bahn brach, war Brocchi, der im Jahre 1811 die Resultate einer mineralogischen Reise nach dem Fassathal veröffentlichte [1]). Er beschreibt mit geologischem Scharfblick die Lagerstätten, welche er genau studirt hat. Wenige Jahre später folgte Senger mit einer allgemeinen Abhandlung über die Mineralien von Tirol [2]). Die vielen geologischen Untersuchungen der nächsten Jahrzehnte förderten für die Kenntniss der Mineralien wenig Neues, da, wie bekannt, einige durch L. v. Buch angeregte Probleme das Interesse vorwiegend in Anspruch nahmen und mit einiger Einseitigkeit nach allen Richtungen ausgebeutet wurden. Doch trug ihr Studium zur Beobachtung der Lagerstätten bei und hatte auch für die Mineralogie einige nicht unbedeutende Resultate. Die Abhandlungen von Petzholdt, Roth und Anderen, auf die wir später zurückkommen, sind besonders zu erwähnen, um so mehr da in ihnen zum ersten Male die Bildungsverhältnisse Gegenstand gründlicher Untersuchung sind. Erst die neueste Zeit lieferte einige allgemeine Bearbeitungen des Mineralreichthums von Tirol, wobei besonders die Mineralien von Fassa und Fleims ausführlich behandelt werden. Karl Doblicka [3]) gab eine kurze Zusammenstellung mit alleiniger Berücksichtigung der Krystallform, während Liebener und Vorhauser [4]) mit gründlicher Local- und Sachkenntniss die Mineralien von Tirol nach allen Richtungen betrachten. Die Verdienste dieses ausgezeichneten Werkes können nicht hoch genug angeschlagen werden, da es über viele bis dahin unbekannte Verhältnisse Licht verbreitete, sehr viel neues Material aus den reichen Sammlungen der Herren Verfasser der Mineralogie lieferte und den Grund für weitere Untersuchungen legte, da es ferner durch die genaue Landeskenntniss der beiden Herren Verfasser einen bequemen Wegweiser für Mineralogen und für die geologische Untersuchung der Lagerstätten bildet.

---

[1]) Brocchi, Memoria mineralogica sulla Valle di Fassa in Tirolo. Milano 1811. — Deutsch von Blöde: Mineralogische Abhandlung über das Thal von Fassa. Dresden 1817.

[2]) v. Senger, Oryktographie der gefürsteten Grafschaft Tirol. Innsbruck 1821.

[3]) C. Doblicka, Tirols Mineralien. Wien 1852.

[4]) L. Liebener und S. Vorhauser, die Mineralien Tirols nach ihrem eigenthümlichen Vorkommen in den verschiedenen Fundorten. Innsbruck 1852.

Um die reichgegliederten Lagerstätten nach einem bestimmten Plane zu untersuchen [1]), gehen wir von den ursprünglichen Bestandtheilen der Gebirgsarten aus und wenden uns dann zur Betrachtung aller damit in Causalzusammenhang stehenden Mineralien, sei es dass sie durch Contact oder durch Zersetzung gebildet wurden. Die Altersfolge der Gesteine darf hierbei nicht leitend sein, da sie in Süd-Tirol durchaus abnorm ist und ähnliche Bildungen oft weit getrennt werden würden. Wir vereinigen wegen analoger Structur und analoger Bedeutung für Mineralbildung: Syenit, Granit und Hypersthenfels. Diese drei, deren Lagerstätten das höchste Interesse von allen Gesteinen Süd-Tirols in Anspruch nehmen, sollen einer besonderen Bearbeitung vorbehalten bleiben und nur der Complex der porphyrischen Gesteine: Quarzporphyr, Feldspathporphyr, Melaphyr, Augitporphyr, den Gegenstand dieser Abhandlung bilden. Was den Syenitporphyr betrifft, so vereinigt er die Charaktere beider Gruppen und soll aus später zu erörternden Gründen der ersten derselben angereiht werden. Die Altersfolge unserer porphyrischen Gesteine würde folgende Anordnung erheischen: Quarzporphyr, Augitporphyr, Melaphyr, Feldspathporphyr. Doch reihen sie sich naturgemässer nach dem Kieselsäuregehalt in die Lagerstätten:

I. Quarzporphyr,
II. Feldspathporphyr,
III. Melaphyr,
IV. Augitporphyr,

die wir nach einander betrachten.

I. Quarzporphyr.

Der quarzführende Porphyr ist überall, wo er sich findet, eine sehr unfruchtbare Lagerstätte für Mineralien. So einfach wie die Producte seiner Erstarrung, sind die Gebilde, welche aus seiner Umwandlung hervorgehen, indess Veränderungen durch Contact in Tirol gar nicht vorkommen. Erstere beschränken sich, wie bekannt, auf eine Grundmasse mit inliegenden ausgebildeten Krystallen von Quarz, Orthoklas, Oligoklas und Magnesiaglimmer. Die Verhältnisse des

---

[1]) In Betreff der weiteren Ausführung der geognostisch-geologischen Verhältnisse die hier nur im Umrisse angedeutet werden sollen, verweise ich auf ausführlichere Mittheilungen, welche begleitet von einer geognostischen Karte des betreffenden Theiles von Süd-Tirol als besondere Abhandlung erscheinen sollen.

Zusammenvorkommens dieser Grundbestandtheile gestatten einen Schluss auf die Bildungsgeschichte der ganzen Gebirgsart, die wir zunächst verfolgen, ehe wir auf die einzelnen Mineralien näher eingehen.

Es ist zunächst klar, dass die ausgebildeten Krystalle vorhanden sein mussten, ehe die Grundmasse erstarrte. Wenn wir nun sehen, dass die zu jenen verwendeten Substanzen noch in dieser vorhanden sind, ja dass diese oft ganz aus den Bestandtheilen der Krystalle oder aus einem mikrokrystallinischen Aggregat derselben besteht, wenn wir ferner in Betracht ziehen, dass die chemisch vollkommen identische Gesteinsmasse des Granits gleichmässig krystallinisch erstarrte, so wirft sich die Frage auf, welchen Ursachen einerseits die Verschiedenheit zwischen beiden Gesteinen, andererseits die verschiedene Ausbildung der Grundmasse und der Einschlüsse des Quarzporphyrs zuzuschreiben sei. Es ist offenbar, dass die Erstarrung des letzteren in zwei scharf abgegrenzten Perioden erfolgte, in deren ersterer die Erkaltung überaus langsam von Statten ging, daher vollkommene Krystalle gebildet wurden, während später die umgebende Masse in sehr kurzer Zeit mehr oder weniger homogen erstarrte. Der Übergang einer Periode in die andere musste plötzlich und bestimmt sein, entsprechend der scharfen Ausbildung der Krystalle inmitten einer Masse, welche noch Stoff zu ihrer Vergrösserung enthielt. In diesem Umstand ist der Hauptunterschied von der Entstehung des Granits begründet. Auch dessen Orthoklaskrystalle sind oft scharf begrenzt, aber nur desshalb, weil ihr Erstarrungspunkt am höchsten liegt und sie bereits alle Molecule des Orthoklases zu ihrer Ausbildung consumirt hatten, ehe die weitere Erstarrung der anderen Gemengtheile erfolgte. Alles vorhandene Material geht genau auf diese späteren Erstarrungsproducte auf und bei einem normal ausgebildeten Granit hätte nicht ein Atom mehr für die Bildung des Orthoklases verwendet werden können, als dafür in Beschlag genommen wurde. Hier ist also nur Eine unendlich lange Periode langsamer Erkaltung anzunehmen, die bei einer Temperatur begann, welche den bei dem gewöhnlichen Druck an der Erdoberfläche am höchsten liegenden Erstarrungspunkt übertraf. Beim Quarzporphyr hingegen und mit ihm bei allen porphyrisch erstarrten Gesteinen erfolgte nur der letzte Act der Entstehung, der Bildungsprocess der homogenen Grundmasse, an der Oberfläche der Erde, während die Ausscheidung

der Krystalle noch zu der Zeit vor sich ging, als die Masse sich in heissflüssigem Zustande unter der Oberfläche befand und unendlich langsam Wärme nach oben abgab. Was an dieser Stelle nicht für die Krystallbildung verwendet worden war, das musste nach der Eruption für die Grundmasse verwendet werden. Die Temperatur aller eruptiven Massen, welche porphyrartig erstarrt sind, kann aus diesen Gründen keine so hohe gewesen sein, als die der granitisch erstarrten. Aber ausser dem Umstand, dass die Erstarrung der Grundmasse bei einer viel niedrigeren Temperatur begann, als die des Granits, musste sie auch in den meisten Fällen ungleich schneller erfolgen, da die Oberfläche der Erde zur Zeit der Porphyreruptionen schon in hohem Grade erkaltet war.

Der Grundmasse des Quarzporphyrs von Süd-Tirol kommt in allen Stufen der Ausbildung von feinkörnig-krystallinischer bis zur pechstein- und obsidianartigen (Talferthal, Höllenthal bei Auer) Structur vor. Die Herleitung aus langsamerer oder schnellerer Erstarrung sowie aus dem ursprünglichen dünneren oder zäheren Flüssigkeitsgrad ist ein feststehendes, auf Experimente und empirische Beobachtung gestütztes Resultat, auf das wir daher ebenso wenig eingehen, als auf weitere petrographische Merkmale, wie geflossenes Ansehen, Absonderung u. s. w., die wohl Functionen der Bildung der Gebirgsart sind, aber mit der Entstehung der eingeschlossenen Mineralien in keinem näheren Zusammenhange stehen:

Mineralien, welche an der Zusammensetzung des Quarzporphyrs theilnehmen.

1. Quarz.

Die Ausscheidung der überschüssigen Kieselsäure in Form von Quarzkrystallen in das charakteristischeste und constanteste Merkmal des Quarzporphyrs. In Tirol sind die Krystalle meist scharf ausgebildet und zwar stets mit Dihexaëder-, niemals mit Säulen-Flächen. Stets sind sie früher gebildet als die Feldspathkrystalle, da die Form der letzteren sich oft nach dem Quarz richten muss, auch wol dessen Krystalle umschliesst, während das umgekehrte Verhältniss nie vorkommt. Ferner finden sich mehrere Varietäten von Quarzporphyr, welche nur Quarz und keinen Feldspath enthalten, so diejenigen vom Höllen- und Talfer-Thal mit obsidianartiger Grundmasse, eine sehr dichte dunkelgrüne Abänderung bei Azwang am Kuntersweg

u.a.m. — Es darf als einer der prägnantesten Unterschiede zwischen Granit und Porphyr angesehen werden, dass in diesem die Quarzkrystalle vor denen des Feldspaths gebildet sind, während dort der Quarz später erstarrt ist, ja oft nur gewissermassen ein sparsam vertheiltes Bindemittel bildet. Es ist bekannt, dass der Schmelzpunkt des Quarzes höher liegt, als der des Orthoklases und dass man suchte, die scheinbar widersprechende Erscheinung am Granit dadurch zu erklären, dass man annahm, die Kieselsäure beharre sehr lange im zähflüssigen Zustand, ehe sie fest werde. Wenn dies auch für die Verhältnisse des Druckes an der Erdoberfläche, unter denen der Quarz des Granits fest wurde, gelten mag, so zeigt die Erscheinung am Quarzporphyr, dass entweder der hohe Druck in der Tiefe jenem Verharren in zähflüssigem Zustand entgegenwirkt, oder den Erstarrungspunkt des Quarzes mehr erhöht als den des Orthoklases, oder endlich dass er Beides bewirkt.

Bei der Zerstörung der Gebirgsart erleidet der Quarz nie eine pseudomorphe Umwandlung. Er bleibt im Thon in Krystallen zurück, die nach und nach abgerundet und aufgelöst werden.

2. **Orthoklas** und **Oligoklas.**

Nur selten tritt der Feldspath im Porphyr so weit zurück, dass nur Quarzkrystalle in der Grundmasse ausgeschieden sind. Er ist meist ein wichtiger Bestandtheil und findet sich in deutlich und scharf ausgebildeten Krystallen, welche regellos vertheilt sind. Selten gehören sie alle Einer Species an, und dann ist sie Orthoklas (Monte Bocche, Gegend von Branzoll); Farbe, verschiedener Grad der Ausbildung und verschiedenes Eingreifen der Zersetzung lassen meist zwei Arten deutlich und bestimmt hervortreten. Die grössten Krystalle gehören stets Orthoklas an; sie finden sich in grosser Vollkommenheit im Val Gardoné in einem eigenthümlichen Gestein, welches nicht mehr als typischer Quarzporphyr zu betrachten ist. Einzelne Quarzkörner liegen mit grossen Orthoklaskrystallen und viel schwarzem Glimmer in einer fleischrothen Grundmasse, die ausserdem grosse rundliche Partien eines schmutzig grünen Verwitterungsproductes enthält. Die Feldspathkrystalle sind von ziegelrother Farbe und sämmtlich in der Form von Karlsbader Zwillingen; ausser M und P treten noch auf: z $(a : {}^1\!/_3\, b : \infty c)$, x $(a' : c : \infty b)$, n $(a : c : {}^1\!/_4\, b)$. Die Spaltbarkeit ist verhältnissmässig gering. — Ausser diesen

bekannten Krystallen erhielt ich noch einige andere Stücke von nicht näher bezeichnetem Fundort; doch stammen sie, nach der Varietät des Porphyrs zu urtheilen, von den Bergen zwischen S. Lugano, Joch Grimm und Cavalese. Die Orthoklaskrystalle sind auch hier bis 1½″ lang und sehr vollkommen, in derselben Form wie die vorigen, ausgebildet. Die Spaltbarkeit ist in hohem Grade vollkommen, das Mineral farblos und halbdurchsichtig und durchaus unzersetzt. Daneben findet sich gelblichweisser, undurchsichtiger, stark zersetzter Oligoklas in weit kleineren Krystallen mit weniger deutlicher Spaltbarkeit. Dasselbe Verhältniss der Ausbildung findet sich stets, wenn beide Feldspath-Species zusammen vorkommen. Wo sie einander begrenzen, ist der kieselsäureärmere in der Ausbildung gestört, ein klarer Beweis, dass die Erstarrungstemperatur des Orthoklases höher liegt, als die des Oligoklases. In dem chemischen Gemenge der flüssigen Quarzporphyrmasse traten zuerst die Molecule nur zu Orthoklaskrystallen zusammen und während ihres Wachsens begann auch der Oligoklas sich auszuscheiden, daher dessen Krystalle in der Grösse zurückbleiben mussten. Die Grundmasse wird dann stets aus Quarz und beiden Feldspathen, oder aus Quarz und nur Oligoklas bestehen.

Bei der Umbildung treten die beiden Species des Feldspathes am klarsten hervor, da der Oligoklas ungleich leichter verwittert und oft schon stark zersetzt ist, während der Orthoklas noch unversehrt bleibt. Der chemische Vorgang bei der Umbildung gehört durch die gründlichen Untersuchungen, welche an den Porphyren anderer Gegenden von Brongniart, Malaguti, Crasso, Bischof und Anderen angestellt wurden, zu den bekanntesten und klarsten metamorphischen Processen.

3. Glimmer.

Der Glimmer ist ein nicht seltener Bestandtheil des Quarzporphyrs von Süd-Tirol, aber stets nur Magnesiaglimmer von schwarzer und tombakbrauner Farbe. Seine Verbreitung ist eine sehr bestimmte, da er auf die Grenzen des Porphyrs mit dem durchbrochenen Thonglimmerschiefer beschränkt ist. Auf dem ganzen weiten Plateau innerhalb jener Grenzen findet er sich nur an wenigen Stellen, wo spätere Eruptionen von Quarzporphyr stattfanden und dieselben Bedingungen zur Glimmerbildung aus der Tiefe heraufbringen konnten, welche an der Grenze des Plateaus vorhanden waren. Auch diese Porphyrmassen enthalten den Glimmer vorwaltend an den Grenzen

mit dem durchbrochenen Gestein. Auch begleitet er häufig dergleichen kuglige zersetzte Einschlüsse, wie wir sie an dem durch seine grossen Feldspathkrystalle ausgezeichneten Quarzporphyr des Val Gardoné kennen lernten. Nach alledem sind wir zu der Annahme berechtigt, dass der Magnesiaglimmer kein aus der geschmolzenen Porphyrmasse anfänglich ausgeschiedenes Mineral, sondern ein Product des Contacts ist. Die Wirkung an der Grenze eines durchbrechenden Gesteins mit dem durchbrochenen kann aber im Allgemeinen zweifacher Art sein, und wir haben zu untersuchen, welche bei der Bildung des Glimmers stattgefunden hat. Die erste der beiden möglichen Entstehungsarten ist die durch Infiltration und Absatz aus den eindringenden Lösungen. Allein die Bildung von Glimmer mitten in einer festen und harten Grundmasse, deren Zersetzung in allen bekannten und mit Sicherheit nachgewiesenen Fällen langsam und successiv, zugleich aber auch kaolinisirend vorschreitet, ist schon aus diesem Grunde unwahrscheinlich. Auch dürfte die erwähnte Interpretation manche Schwierigkeit in dem Umstande finden, dass dort, wo, wie am unteren Lauf des Grödner Baches, der Porphyr über den Glimmerschiefer ausgebreitet und in steilen Wänden über ihm entblösst ist, derselbe in einer Mächtigkeit von über 100 Fuss mit Glimmer imprägnirt erscheint. Auf solche Entfernung aber konnten wohl die mit den Bestandtheilen des Glimmerschiefers geschwängerten Gewässer im Porphyr nicht aufsteigen und umbildend wirken. Wäre aber in der Umsetzung der Bestandtheile des Porphyrs der Grund zur Glimmerbildung gegeben, so wäre keine Veranlassung zu ihrer Beschränkung auf die Grenzen vorhanden, abgesehen davon, dass die Entziehung eines magnesia- und alkalireichen Silicates das Gestein stärker hätte verändern müssen. Ungleich mehr Wahrscheinlichkeit dürfte die Bildung des Glimmers im Quarzporphyr durch die Wirkung des Contacts der heissflüssigen Masse haben. Wir dürfen auf die letztere als ein Analogon der Hochofenschlacken auch die an diesen bekannten Erscheinungen anwenden. Gleichwie diese geschmolzenen Silicate mit vielen hineingebrachten Substanzen innig zusammenschmelzen und dieselben lösen, so dass letztere nur auf das allgemeinere Resultat der Erstarrung Einfluss ausüben, nicht aber selbst ausgeschieden werden, so dürfen wir auch von heissflüssigen Eruptionsmassen annehmen, dass sie häufig Bestandtheile der angrenzenden Gesteine lösten und mit ihnen zu neuen chemischen Verbin-

dungen erstarrten; für den Quarzporphyr, dass er Bestandtheile des durchbrochenen und bei der Erstarrung angrenzenden Thonglimmerschiefers löste und durch sie modificirt wurde. Das Studium einer jeden Hochofenschlacke rechtfertigt mehr und mehr solche Annahmen, und trägt dazu bei, sie zur positiven Gewissheit zu erheben, indem wir uns auf Vorgänge stützen, deren Analogie mit den früheren Vorgängen in der Natur sich mehr und mehr herausstellt, und wir dürfen erwarten, bei dergleichen Interpretationen uns bald auf bestimmtere Beobachtungen beziehen zu können. Bis dahin fehlt jeder auf Contactwirkung sich beziehenden Theorie der directe Beweis. Die Conglomerate, welche der Quarzporphyr mit Thonglimmerschiefer bildet (zwischen Kolman und Törkele an der Eisack), ohne die Einschlüsse des letzteren merklich zu verändern, vermögen keineswegs die Annahme zu schwächen, da durch die vielen gleichzeitigen Einschlüsse die Temperatur schnell bedeutend herabsinken musste, mithin sich nicht mehr lösen konnte, als dort wo es beim einfachen Contact blieb.

Veränderungen des Nebengesteines durch Umsetzung der chemischen Bestandtheile in demselben hat der Qnarzporphyr in Süd-Tirol, mit Ausnahme der erwähnten Glimmerbildung, nicht hervorgerufen. Ebensowenig ist mir ein Beispiel einer Neubildung aus seinen Zersetzungsproducten bekannt geworden.

II. Feldspathporphyr.

Der Feldspathporphyr ist erst durch seine Mineralführung in der Umgegend von Predazzo bekannt geworden. Früher war er unbeachtet geblieben, da er nur sehr untergeordnet auftritt. Er findet sich allenthalben an der Margola, am Mulatto, am Latemar und an der Sforzella, denselben Bergen, welche wir fast bei jedem Eruptivgestein von Predazzo zu nennen haben. Stets tritt das Gestein in Gängen von geringer Mächtigkeit auf, welche Augitporphyr, Syenit, Granit und Melaphyr successiv durchsetzen, am vollkommensten am Mulatto, wo alle diese Gesteine über einander gelagert sind und der Feldspathporphyr in Gängen bis über den höchsten Melaphyrkamm emporsteigt; doch war seine Masse zu gering, um sich gleich den früheren über das ältere Gestein auszubreiten, er bildet nur einige vereinzelte kleine Kuppen, welche die Stetigkeit der Form des

Rückens unterbrechen. Kjerulf[1]) fand hier das Gestein zuerst, während es früher nur aus den Liebenerit führenden Varietäten an der Einsattlung des Mulatto gegen den Viezena bekannt war. Kjerulf's Analyse[2]) erlaubt wegen des Kohlensäuregehaltes und des sehr hohen Glühverlustes keinen genauen Schluss auf die Parallelisirung mit einem Gliede der Reihe der bekannten porphyrischen Gesteine. Doch entfernt sich die Zusammensetzung wenig von der unten angeführten des schlesischen rothen Porphyrits; nur fehlen gerade diejenigen Basen, welche zuerst bei der Zersetzung entfernt werden: Eisenoxyd, Kalk und Magnesia.

Das Gestein variirt sehr in seinem äusseren Ansehen. An den Nordwestgehängen des Viezena und an der Boscampo-Brücke liegen in einer dichten röthlichen Grundmasse grosse Krystalle von Feldspath und Liebenerit. Nördlich von der Einsattlung zwischen Mulatto und Viezena tritt das Gestein mit grossen zersetzten Feldspathkrystallen auf. An der Sforzella oberhalb Canzacoli und am Latemar finden sich Gänge eines feinkörnigen rothen Gesteines, das dem Porphyrit von Schlesien und Thüringen sehr ähnlich ist. Alle diese Varietäten scheinen indess sehr nahe zusammenzugehören; sie sind von gleichem Alter, bestehen sämmtlich aus einer rothen Grundmasse und wo Krystalle ausgeschieden vorkommen, da ist es Orthoklas; nur zuweilen kommt der Liebenerit hinzu. Diese beiden Gemeng-

[1]) Das Silurbecken von Christiania. Christiania 1856, S. 13.

[2]) Kjerulf analysirte das Gestein von der Boscampo-Brücke (I). Zur Vergleichung stelle ich daneben eine früher von mir ausgeführte Analyse des schlesischen Feldspathporphyrs (II). (Über den Melaphyr; Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. VIII, 1856.)

	I.	II.	
Kieselsäure	59·170	62·74	
Thonerde	19·730	12·83	} 18·22
Eisenoxyd	„	5·39	
Eisenoxydul	1·710	„	
Kalkerde	3·920	5·84	
Magnesia	0·401 }		
Natron	3·541 }	11·06	
Kali	4·030 }		
Wasser	„	1·73	
Glühverlust	3·400	„	
Kohlensäure	2·524	„	
	„	0·41	
	98·426	100·00	

theile sind die einzigen Mineralien, welche hier in Betracht kommen, doch bieten sie vielfaches Interesse.

1. Orthoklas.

Der Feldspath zeigt stets deutlich den Einfluss der umgebenden Masse auf die Krystallform. Denn während die in Hohlräume frei hineinragenden Krystalle stets flächenreich und meist in Zwillingen mit der Zwillingsfläche *n* ausgebildet sind, haben die in Gesteinen eingeschlossenen die Form flacher Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz. In unserem Feldspathporphyr von Predazzo sind sie so stark nach *M* zusammengedrückt, dass sie in den Liebenerit führenden Varietäten bei einer Länge von 2 und einer Breite von 1½ Zoll oft nur eine Dicke von ½—1 Linie haben. Es sind durchaus rechte Zwillinge und oft sind drei, vier und mehr Individuen parallel verwachsen. Ausser den gewöhnlichen Flächen *M*, *T*, *P* und *x* sind keine bemerkbar, da fast jede Bruchfläche nur eine Anzahl der lang-linearen Durchschnitte zeigt. Obwohl diese unregelmässig angeordnet sind, haben doch die lamellaren Krystalle das Gemeinsame in der Richtung, dass sie alle zu einer Ebene, der Wand des Ganges, senkrecht stehen. Das Verhältniss ist dasselbe, welches bei dem blättrigen Titaneisenerz im Melaphyr auseinandergesetzt werden soll. Doch scheint nur die Lamelle als solche oder vielmehr die Axenebene *a c* die gegen die Wände des Ganges senkrechte Lage zu haben, für die Hauptaxe (*c*) allein lässt sich keine Gesetzmässigkeit in der Lage wahrnehmen.

Die bezeichnete Anordnung ist am klarsten in der Liebenerit führenden Varietät im Val di Viezena, zwischen den Bergen Viezena und Mulatto. Höher hinauf an der Vette di Viezena fehlt der Liebenerit, die Feldspathkrystalle behalten indess ihren Charakter und jenseits des Kammes finden sich in einer rothen Grundmasse weit grössere, bis 2 Linien dicke Orthoklaskrystalle. Sie sind in eine erdige dunkelgrüne Masse umgewandelt, auf deren Bruchflächen kleine rothe Partien noch den starken Glanz der Spaltungsfläche *P* zeigen. Nach den breiten Flächen sind die meisten Krystalle durch eine dünne unzersetzte Lamelle begrenzt, welche in alle jene kleinen glänzenden Blättchen im Innern übergeht. Dieser eigenthümliche Zersetzungsprocess ist noch nicht chemisch untersucht; sein gleichmässiges Durchgreifen durch die ganze Masse des Krystalls ist besonders auffallend. In etwas veränderter Weise greift die Zersetzung in einer

anderen Varietät unweit von jenem Vorkommen ein. Es finden sich hier etwas dickere Feldspathkrystalle, deren äussere Hülle vollkommen in die erwähnte grüne erdige Substanz umgewandelt ist, während im Innern noch ein Kern von unzersetztem Feldspath vorhanden ist.

2. Liebenerit.

Der um die Kenntniss der Mineralien Tirols so ungemein verdienstvolle Ober-Baudirector Herr Liebener in Innsbruck, der bereits mehrere neue Vorkommnisse und neue Mineralien entdeckte, wurde zuerst auf jenes eigenthümliche Mineral aufmerksam, das Dr. Stotter der Naturforscherversammlung in Graz vorlegte. Es ergab sich durch die Analysen von Marignac[1]) und Oellacher[2]) als ein neues Mineral und erhielt schon von dem ersteren der beiden Chemiker die Formel $3\ddot{\bar{Al}}\ddot{Si}+\dot{K}\ddot{Si}^{3}+2\dot{H}$, welche durch Oellacher's Analyse bestätigt wird[3]). Der Liebenerit findet sich in sechsseitigen Säulen ohne Spur von Spaltungsflächen, hat die Härte des Kalkspaths, graulichgrüne Farbe, ist fettglänzend und an den Kanten durchscheinend. Diese Eigenschaften, verbunden mit einem unebenen erdigen Bruch und einem steinmarkähnlichen Aussehen, dazu der Wassergehalt des Minerals inmitten von wasserfreien Silicaten — dies alles musste zu der Vermuthung führen, dass man es hier nicht mit einem im ursprünglichen Zustande befindlichen krystallisirten Erstarrungsproduct zu thun habe, sondern mit einer Pseudomorphose. Haidinger[4]) stellte zuerst die Ansicht auf, dass der Liebenerit pseudomorph nach Nephelin sei. Dieser Ansicht schlossen sich die meisten Mineralogen

---

1) Bibl. univers. de Genève. 1848. Nr. 24, p. 293.

2) Zeitschrift des Ferdinandeums. Jahrg. 1844, p. 2.

3) Die Analysen von Marignac (I, II) und von Oellacher (III) ergaben folgende Resultate:

	I.		II.		III.
Kieselsäure	44·19	—	44·76	—	45·13
Thonerde	36·77	—	36·34	—	36·50
	I.		II.		III.
Eisenoxyd	1·71	—	1·83	—	2·63
Magnesia	1·39	—	1·27	—	0·75
Kali	9·79	—	10·00	—	8·07
Natron	1·00	—	0·84	Natron u. Lithion	0·42
Kalk	„	—	„	—	0·81
Wasser u. Kohlensäure	5·15	—	4·96	Wasser	4·70
	100·00		100·00		99·01

4) Übers. d. Resultate mineralog. Forschungen im Jahre 1840. Erlangen 1845, p. 36.

an, unter Anderen G. Rose[1]), Breithaupt[2]), Bischoff[3]), Blum[4]), während Marignac[5]), Naumann[6]), Ad. Römer[7]) das Mineral dem Pinit anreihen. Wenn auch die physicalischen Eigenschaften das Mineral dem Pinit nahe stellen, so weicht doch die chemische Zusammensetzung zu weit von jener ganzen Reihe ab, um sie mit ihr vereinigen zu können. Die Stellung zum Nephelin hingegen wird mehr und mehr gerechtfertigt; der Austausch der Bestandtheile brauchte nur ein äusserst geringer zu sein, um Nephelin in Liebenerit zu verwandeln, entsprechend dem meist sehr frischen Aussehen des Gesteins und der Feldspathkrystalle. Bischoff leitet aus den letzteren den vermehrten Kaligehalt her. Doch dürfte es für diesen noch eine Quelle geben. Es wurde bereits darauf aufmerksam gemacht, dass der Feldspathporphyr ungemein variirt, und nur an der Margola und an den Abhängen des Mulatto im Val di Viezena Liebenerit führt. Das Vorkommen dieses Minerals ist aber noch mehr beschränkt, indem es nur dort aufzutreten scheint, wo der Feldspathporphyr den Granit und Syenit der genannten Berge durchsetzt. Die Contactflächen sind so scharf und das durchbrochene Gestein hat in ihrer Nachbarschaft noch so vollkommen seinen ursprünglichen Eigenschaften, dass man die Annahme für gewagt halten dürfte, der Feldspathporphyr habe zur Eläolithbildung Bestandtheile des Nebengesteins aufgenommen. Noch sind die Bedingungen für die Nephelinbildung in Gesteinen unbekannt; ihre Aufklärung darf zunächst dort erwartet werden, wo, wie bei Predazzo, dasselbe Gestein bald Nephelin führt, bald frei davon ist. Auf die Umwandlung des Nephelins in Liebenerit hat das benachbarte Gestein gewiss nicht unbedeutenden Einfluss ausgeübt, da nach Kjerulf's Analysen der Syenit von Predazzo 3½, der Granit 5½ Procent Kali enthalten.

Zu den erwähnten Mineralien gesellt sich zuweilen schwarzer Magnesiaglimmer und einzelne talkartige Partien, letztere nur in dem zersetzten Feldspathporphyr. Die Grundmasse verliert in diesem ihre lichte fleischrothe Farbe und wird dunkler, während die

---

1) Colleg über Mineralogie.
2) Handbuch der Mineralogie.
3) Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie. II, p. 2258.
4) Die Pseudomorphosen. Nachtrag I, p. 24.
5) A. a. O.
6) Elemente der Mineralogie. 3. Aufl., p. 348.
7) Synopsis der Mineralogie, p. 147.

durchscheinenden apfel- und berggrünen Liebeneritkrystalle sich dunkel seladongrün färben.

III. Melaphyr.

Den „schwarzen Porphyren" verdankt Süd-Tirol den grössten Theil seines Rufes als eines classischen Bodens für Geologie. Sie bestimmten L. v. Buch zur Trennung der Quarzporphyre von den dunklen quarzfreien Porphyren, welche er als „Melaphyr oder Augitporphyr" zusammenfasste. Ich habe früher [1]) zu zeigen gesucht, dass die Identificirung dieser beiden Namen auf der Vereinigung einer allzu grossen Menge von Gesteinen in Eine Kategorie herrührt, dass das bekannte Augit-Gestein des Fassathales nicht dem Begriff des Brongniart'schen Namens „Melaphyr" entspricht, die schwarzen Porphyre von Schlesien, Thüringen, dem Harz, dem Nahethal und den Vogesen hingegen keineswegs die Merkmale des von Buch mit dem von ihm aufgestellten Namen „Augitporphyr" bezeichneten Gesteins besitzen, indem der Hauptunterschied der Definitionen, welche die beiden Geologen mit jenen beiden Namen verbanden, darauf beruht, dass der Melaphyr Hornblende, der Augitporphyr Augit enthält. Demgemäss trennte ich bestimmt und scharf die den beiden Namen zukommenden Gesteinsgruppen und suchte zu zeigen, dass in den genannten Porphyrgebieten Norddeutschlands von basischen Gliedern nur Hornblende-Porphyre oder der Brongniart'sche Melaphyr vorkommt. Den Augitporphyr kannte ich damals nur aus einigen Handstücken vom Ural und aus Tirol; sie verlangten eine scharfe Trennung. Doch findet dieselbe in Wirklichkeit nicht in der damals behaupteten Strenge Statt. Seitdem habe ich Süd-Tirol kennen gelernt, indem ich durch vier Monate die classische Gegend von Gröden, Seisser-Alp, Enneberg, Buchenstein, Fassa, Fleims u. s. w. untersuchte. Das Resultat für die schwarzen Porphyre ist die entschiedene Beibehaltung der damals auf wenige Beobachtungen gegründeten Trennung. Es ist in Tirol mit grosser Bestimmtheit ein Augitporphyr und ein Hornblendeporphyr zu unterscheiden, ersterer charakterisirt durch Augit und Labrador, letzterer durch Hornblende und Oligoklas. Beide Gesteine haben in Süd-Tirol einen classischen

---

[1]) Über den Melaphyr, Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. VIII, Hft. 4, Jahrgang 1856.

Boden. Beide sind dort ungemein charakteristisch ausgebildet und petrographisch wie geognostisch unterschieden. Jedes kommt mit so klaren Merkmalen vor und enthält so vorzüglich bestimmbare ausgeschiedene Krystalle, dass man in Süd-Tirol die Normaltypen beider Gesteine aufstellen kann. Als solche kann man den Melaphyr des südwestlichen Gipfels des Monte Mulatto bei Predazzo und den Augitporphyr am Nord- und Westrand der Seisser-Alp betrachten. Beide Gesteine bilden bequeme Ausgangspunkte zur weitern Erforschung des dunklen Reiches der dunklen Porphyre.

Die beiden Gesteine sind aber nicht scharf von einander geschieden, wie ja überhaupt in der Petrographie bestimmte Grenzen zwischen zwei Gesteinsformen nie stattfinden. Predazzo und das Fassathal sind reich an Übergängen zwischen den genannten festen Punkten in der Reihe, dem Augit-Labradorgestein und dem Hornblende-Oligoklasgestein. Diese Zwischenformen bilden eine stetige Reihe, von der indess die mittleren Glieder, deren Charaktere am unbestimmtesten wären, nur selten vorkommen. Der Augit nimmt ab, es stellt sich mehr und mehr Hornblende ein, bis diese überhand nimmt. Nicht leicht dürfte irgendwo auf kleinem Raume eine reichere Musterkarte aller jener Varietäten der schwarzen Porphyre zusammengedrängt sein, als an den Ostabhängen des Latemar, oberhalb des Avisio zwischen Moëna und Forno. Hier hat eine mächtige Augitporphyrmasse den Kalk durchbrochen und bildet neben den Hochgipfeln des letzteren mehrere selbständige Kuppen. Beide Gesteine sind von unzähligen Gängen von Hornblendeporphyr und Augitporphyr in bunter Abwechslung durchsetzt. Hier ist ein Gang eines schwarzen Gesteins mit grossen deutlichen Augitkrystallen, dort liegen in einer ähnlichen Grundmasse unzählige Nadeln von Hornblende, hier ist der Augit in Form von Kokkolithkugeln vertheilt, dort ist die Hornblende gleichfalls in Gestalt von Kugeln, welche wenn sie gross sind, mehr und mehr die äussere Form von Augitkrystallen annehmen. Als Mittelglieder sind diejenigen Augitporphyre zu betrachten, welche Hornblende und Augit neben einander in gleicher Menge enthalten.

Was das gegenseitige geologische Verhalten der beiden Gesteine betrifft, so sollte man aus rein theoretischen Gesichtspunkten geneigt sein zu glauben, der Augitporphyr müsse jünger sein als der Hornblendeporphyr. Allein in Süd-Tirol sind die Altersverhältnisse

aller eruptiven Gesteine verkehrt; in wirrer Unordnung folgt Granit unmittelbar auf Syenit, Melaphyr auf Augitporphyr, und beide werden noch von Syenitporphyr durchbrochen. Fragen wir nach einer Erklärung dieses abnormen Verhaltens, so finden wir sie in den geognostischen Verhältnissen selbst. Das älteste und zugleich kieselsäurereichste Gestein ist der Quarzporphyr [1]), dessen der Oberfläche der Erde zunächst lagernde Masse zuerst zur Eruption gelangen musste. In späterer Zeit sehen wir plötzlich aus grosser Tiefe Augitporphyre aufsteigen und damit das Signal zu erneuter vulcanischer Thätigkeit gegeben. Es begann jetzt im Fassathal eine Katastrophe, die wir der Thätigkeit der heutigen Vulcane vollkommen zur Seite stellen müssen; es erfolgten Augitporphyr-Eruptionen in Begleitung von Erscheinungen, wie sie in der Geschichte der Erde bis dahin wenig bekannt sind und erst zur Zeit der Basalteruptionen herrschend werden. Es ist natürlich, dass der Vulcanismus der Erde mit der zunehmenden Dicke der Erdrinde eine historische Entwickelung haben musste und nicht zu allen Zeiten sich auf gleiche Weise äussern konnte. Die einfachen Massen-Eruptionen werden mehr und mehr begleitet von einem Systeme untergeordneter Ausbrüche; hier aber ist zum ersten Mal in auffallender Weise die Erscheinung entwickelt, dass ein Centralheerd durch lange Zeit der Schauplatz periodischer vulcanischer Thätigkeit ist, während in weiterem Umkreis ein System untergeordneter Eruptionen verschiedene Gesteine zu Tage förderte und dieselben nach Beendigung der Ausbrüche im Heerd selbst noch lange Zeit fortdauerten. Ein den feuerspeienden Bergen unserer Periode vollkommen entsprechender Krater war nicht vorhanden, wenigstens ist keine Spur eines solchen zu sehen. Die Analogie beschränkt sich auf die Erscheinung einer intensivsten centralen Thätigkeit. Wie bei den Vulcanen die Producte, welche aus ihnen selbst oder in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft zu Tage gefördert werden, sich im Wesentlichen in kurzen Zeitperioden wenig ändern, so war es auch hier. Das obere Fassathal war der Schauplatz vieler sich wiederholender Augitporphyr-Eruptionen; wir werden ihre Wirkungen bei der Betrachtung dieses Gesteines kennen lernen. Erst in weiterem Umkreis war das Resultat der Thätigkeit ein anderes. Als

---

[1]) Wir sehen von dem Granit der Cima d'Asta ab, welcher ausserhalb unseres Gebietes liegt, und dessen Eruption in eine weit frühere Periode fällt.

der Augitporphyr-Vulcan des Fassathales zur Ruhe gekommen war, aber die Eruptionen jenes Gesteins in der Gegend noch lange fortdauerten, da begannen bei Predazzo, gleichfalls noch in der zweiten Hälfte der Triasperiode, grossartige Eruptionen von viel saureren Gesteinen. Am natürlichsten dürfte es sein, ihre Entstehung von einer Umschmelzung bereits erstarrt gewesener Massen herzuleiten; nur dann ist es möglich, ihr spätes und auf eine sehr kurze Periode beschränktes Zutagetreten, ihre Mannigfaltigkeit und den Umstand zu erklären, dass manche Gesteine, wie Syenit und Hyperstenfels, sich gegenseitig durchsetzten, ehe das ältere vollkommen erstarrt war. Es sind alle diese Erscheinungen nichts Anderes als die Lava-Ausbrüche unserer Vulcane im Grossen. Auch bei diesen finden wir fast gleichzeitig Laven von dem verschiedensten Kieselsäuregehalt dicht neben einander hervorquellen, aber nicht unmittelbar in der Nähe des Kraters, wo die Zusammensetzung eine constantere zu sein scheint.

Der Melaphyr, als von der Masse stammend, mit welcher der verwandte Augitporphyr im flüssigen Zustand in die nächste und andauerndste Berührung kam, auf die er daher auch den grössten Einfluss ausüben musste, steht mit demselben in enger Wechselbeziehung; beide durchsetzen sich vielfach. Der Augitporphyr ist in seinen grössten Massen älter als der Melaphyr: aber er steigt noch nach dessen kurzer Eruptions-Periode vielfach in Gängen in allen Gesteinen der Gegend auf. Auch der Melaphyr hatte Eine Massen-Eruption, welche von Gangbildungen begleitet und gefolgt war. Die Hauptmasse desselben dehnt sich rings um Predazzo aus über den Mulatto, den südöstlichen Theil des Latemar, die Sforzella und den Monte Margola, eine durch die Vereinigung des Travignolo mit dem Avisio dreifach durchbrochene Decke über dem Syenit und Granit bildend. Auch die unzähligen Gänge in Syenit, Granit, Augitporphyr, Kalkstein u. s. w. (Mulatto und Viezena von Bellamonte bis Moëna, das ganze Latemar- und Weisshorn-Gebirge von Moëna über Ober-Eggen und das Satteljöchl nach Panchia, östlich bis an den Avisio, endlich die Margola) beschränken sich auf die Umgegend von Predazzo.

Die petrographische und mineralogische Ausbildung des Melaphyrs von Süd-Tirol bleibt sich in der erwähnten Hauptmasse gleich; nur in den Gängen findet eine Annäherung an Augitporphyr Statt. Dem entsprechend ist seine Mineralführung arm. Die Mandelsteinbildung des norddeutschen Gesteins fehlt dem tirolischen, auch Kluft-

ausfüllungen sind nur selten wahrzunehmen und bieten nichts Aussergewöhnliches. Wir haben uns somit allein auf die durch Erstarrung gebildeten Mineralien zu beschränken.

1. Feldspath.

Der im Jahre 1834 von G. Rose aufgestellte, durch lange Zeit als Norm für die Petrographie der basischen Gesteine betrachtete Satz, dass Hornblende nur mit Oligoklas, Augit nur mit Labrador vorkomme, hat sich zwar durch die Erfahrung nicht vollkommen bestätigt, da, wie erwähnt, Hornblende und Augit in demselben Gestein neben einander vorkommen; auch hat ihn Rose selbst durch seine neueste Eintheilung der trachytischen Gesteine [1]) widerlegt. Dennoch hat jener Satz, wenn man ihn nicht mit jener Strenge festhält, seinen bleibenden grossen Werth für die Aufstellung der Normaltypen basischer Gebirgsarten. Diorit und Diabas, Melaphyr und Augitporphyr, sind parallele Normaltypen derselben, die bei charakteristischer Ausbildung den Rose'schen Satz bestätigen und nur in ihren Übergängen beweisen, dass er in der Strenge, mit der er aufgestellt wurde, nicht festzuhalten sei. Diorit und Melaphyr bestehen aus Oligoklas und Hornblende; für jenen ist dies längst sicher festgestellt, für den Melaphyr suchte ich es früher durch einige weniger scharfe Argumente darzuthun, die einzigen, die mir aus dem norddeutschen Material zu Gebote standen. Die Feldspath-Krystalle im Melaphyr von Süd-Tirol sind von so bedeutender Grösse und vorzüglicher Ausbildung, dass sich von ihnen ein sichrerer Schluss auf die Species erwarten lässt. Allein die Flächenentwickelung lässt sich wegen des festen Zusammenhalts mit der Grundmasse nicht beobachten, und ehe nicht die genau festgesetzten optischen Verhältnisse die Bestimmung der Feldspathe in mikroskopischen Schichten erlauben, ist eine auf rein krystallographische Eigenschaften gestützte Erörterung der Species nicht zu erwarten. Auch die chemische Analyse würde ein falsches Resultat ergeben, da die Krystalle in mikroskopischen Schliffen sich von fremden Substanzen (Nadeln von Apatit, Körner von Titaneisen, unregelmässig eingestreute Theile der Grundmasse u. s. w.) stark durchsetzt zeigen. Nur eine genaue mikroskopische Untersuchung verbunden mit der chemischen Prüfung auf untergeordnete Bestandtheile, wie Fluor, Phosphorsäure, Titansäure,

[1]) Kosmos, Bd. IV.

könnte zur Ausscheidung der Störungen aus dem Resultat der Analyse helfen. Ohne diese nur in wenigen Fällen mögliche Ausscheidung ist jede Analyse eines Bestandtheils einer Gebirgsart durchaus unsicher und gewagt, wie dies unzählige Beispiele beweisen, unter anderen die in ihren Resultaten so überaus verschiedenen Analysen des Feldspaths im Rhombenporphyr von Tyveholms-Udden.

Die Bildungsverhältnisse unseres Feldspaths dürften besonders dazu beitragen, ihn als Oligoklas festzustellen. Die Krystalle sind nämlich stets in so vorwaltender Grösse und so vorzüglich ausgebildet, oft aber auch, wie im Val di Sacina und auf dem Mulatto, allein entwickelt, dass wir annehmen müssen, ihre Erstarrungstemperatur sei unter allen Gemengtheilen die höchste gewesen. Das stimmt keineswegs für Labrador. Es liesse sich schon *a priori* folgern, dass der letztere bei niederer Temperatur erstarrt, als der erstere, da Orthoklas, Oligoklas und Labrador, wie im chemischen und geologischen Verhalten, so auch gewiss in Hinsicht auf die Erstarrungstemperatur Glieder einer gleichmässig fortlaufenden Reihe sind, um so mehr, als für die beiden ersten Glieder die Abnahme der Erstarrungstemperatur mit dem Kieselsäuregehalt bereits nachgewiesen wurde. Versuchen wir es, auch Augit und Hornblende nach diesem Gesichtspunkt hier einzureihen, so folgen sie zwischen Oligoklas und Labrador; denn wo Augit mit Labrador zusammen vorkommt, ist er stets in deutlichen und grossen Krystallen entwickelt, der Labrador zeigt alle Spuren späterer Bildung. Augit und Hornblende aber finden sich nebeneinander in fast gleichmässiger Ausbildung. Wären also die Feldspathkrystalle im Melaphyr von Süd-Tirol Labrador, so müssten sie gegen die Hornblende zurücktreten; es findet aber in der Natur gerade das Gegentheil Statt: die Feldspathkrystalle sind gross, die Hornblende tritt meist bis zur Unkenntlichkeit zurück [1]. Dies berechtigt zur entschiedenen Annahme, dass der Feld-

[1] Ähnlich sind die Verhältnisse beim Verde antico, wo gleichfalls die Oligoklaskrystalle in grosser Vollkommenheit ausgebildet sind, während die Hornblende nur noch mit dem Mikroskop in ihren überaus klaren Krystallen zu erkennen ist. Einen nicht minder sprechenden Beweis für die andere Behauptung, dass der Erstarrungspunkt des Labradors unter dem von Augit und Hornblende liegt, bieten Gabbro und Hypersthenfels. Hier traten stets erst alle augitischen Molecule zu ihren oft gut ausgebildeten Krystallen zusammen; die Erstarrung des Restes als Labrador erfolgte erst später, daher er wohl in grossen krystallinischen Massen, aber nie in vollständig ausgebildeten Krystallen in dieser Gebirgsart vorkommt.

spath Oligoklas sei; wir nehmen ihn ohne Weiteres als solchen in Anspruch. Die Reihenfolge der in Betracht gezogenen Bestandtheile von Gebirgsarten ist hinsichtlich der Erstarrungstemperatur: Orthoklas, Oligoklas, Augit, Hornblende, Labrador. Ihre Zurückführung auf Experimente und weitere Fortführung dürfte die Bestimmung der Gebirgsarten wesentlich erleichtern.

Was die Ausbildung der Oligoklaskrystalle im Melaphyr betrifft, so sind sie stets parallel *M* tafelartig flachgedrückt, eine Erscheinung, deren Allgemeinheit wir bereits erwähnten. Dieselbe Art der Ausbildung beschreibt Credner im Melaphyr des Thüringer Waldes (vorzüglich bei Ilmenau), Delesse in dem der Vogesen; sie findet sich ferner in Schlesien, im nordwestlichen Böhmen und an vielen anderen Orten.

2. Hornblende.

In der vorzüglichsten Ausbildung findet sich die Hornblende im Melaphyr der Margola, wo sie mit den gewöhnlichen Flächen erscheint, welche ihr eigen sind, wenn sie als Gemengtheil vulcanischer Gesteine auftritt. Sie ist, wie in allen solchen Fällen, schwarz, besitzt ausgezeichnete Spaltungsflächen und zeigt eine sehr selbständige Ausbildung. In einem Ganggesteine am Latemar kommt sie in Form von Nadeln vor, welche dasselbe in grosser Menge erfüllen.

3. Titaneisen.

Dem Melaphyr von Süd-Tirol ist das Titaneisen allenthalben in kleinen Körnern eingesprengt, die sich, wo es möglich ist, an die Nachbarschaft des sparsam vertheilten Augits halten. Es bildet kleine, winkelig begrenzte, nie abgerundete, aber auch selten krystallographisch bestimmbare Körnchen und macht allen tirolischen Melaphyr magnetisch. In einem Melaphyrgang am Viezena kommt ein eigenthümlicher Reichthum an Titaneisen vor, von dem man grosse Handstücke erhalten kann. Derbes Titaneisen schliesst einen Gang von blättrigem ein, das ein natürlicher Magnet von seltener Kraft ist. Die Blätter sind unregelmässig gekrümmt; sie stehen senkrecht zur Richtung des Ganges, oft in fächerförmiger Anordnung; nimmt man diese senkrechte Richtungslinie als die Hauptaxe der Krystalle an, so ist die Linie, in der die magnetischen Pole liegen, rechtwinkelig zu derselben, parallel der Richtung des Ganges.

IV. Augitporphyr.

Der Augitporphyr spielt unter allen eruptiven Gesteinen die wichtigste Rolle in der Geschichte von Süd-Tirol und in der Gestaltung des Landes. Bereits erwähnten wir, dass er nach der Bildung des grossen Quarzporphyrmassivs die weitere vulcanische Thätigkeit angebahnt und gewissermassen geleitet hat. Während der ganzen zweiten Abtheilung der Triasperiode waren alle sedimentären Bildungen, die oftmaligen Wechsel der Fauna, die gewaltigen Dislocationen und das wechselnde Erscheinen der verschiedensten Eruptivgesteine abhängig von den Eruptionen des Augitporphyrs. Dieselben fanden am Boden des Triasmeeres Statt, daher die flüssigen Massen sogleich vom Wasser in Angriff genommen und zuweilen bedeutend modificirt wurden. Es wurden dadurch Tuffe gebildet, und zwar in der Nähe der Eruptionsstellen solche, die fast massig auftreten, im Grossen aber zuweilen Schichtung zeigen. Sie sind auf den Heerd der vulcanischen Thätigkeit und seine nächste Umgebung beschränkt und ähneln oft dem eigentlichen Augitporphyr auffallend; wir nennen sie aus diesen Gründen Eruptivtuffe. Je weiter von den Ausbruchsstellen entfernt, desto mehr nimmt die Schichtung zu, bis endlich nur noch dünngeschichtete Tuffe erscheinen, die wir als sedimentäre Tuffe von jenen trennen. Sie bestehen aus Rapilli, vulcanischer Asche und den Producten mechanischer und chemischer Zerstörung der Eruptivmassen. Sie treten in grosser Mächtigkeit auf und bilden die Oberfläche der Seisser Alp, die Berge bei S. Cassian, bei Wengen u. s. w. und fallen als sedimentäre Gesteine ausser den Bereich der Betrachtung; denn nur diejenigen Gesteine, welche noch an dem Orte befindlich sind, wo sie erstarrten, haben für die Mineralbildung Interesse und nur insofern ist ein genetischer Unterschied des Gesteines zu berücksichtigen, als dasselbe entweder ungestört und normal erstarrte oder Modificationen erlitt. Im ersten Falle entstand Augitporphyr, im letzteren Eruptivtuffe. Die Modificationen fanden genau ebenso Statt, wie noch jetzt bei den untermeerischen oder den ins Meer gelangenden Lavaströmen. Die zähflüssige Masse wird dann von unzähligen unregelmässig gestalteten, mannigfach gebogenen Dampfblasen durchzogen, welche als ebenso geformte Hohlräume zurückbleiben. Durch das Fliessen unter Wasser und jenes Durchdrungenwerden von Gasblasen erfolgte eine ungemein rasche Abkühlung, die nicht

wenig zur Modificirung des Gesteines beitragen musste. So fliesst Schicht über Schicht dahin und je weiter sich eine jede von der Ausbruchsstelle entfernt, desto stärker wird sie verändert. Alle diese Erscheinungen haben eine auffallende Ähnlichkeit mit denen, die L. v. Buch von Teneriffa beschreibt, wo feste Basaltschichten mit Tuffschichten wechsellagern. Wie dort findet auch in Süd-Tirol in den Eruptivtuffen die verschiedenste petrographische Ausbildung derselben eruptiven Augitporphyrmasse Statt und man hat hier ein klareres Beispiel als irgendwo, wie dasselbe chemische Gemenge durch mechanische Einwirkung im Moment der Entstehung modificirt werden kann; vom dichten und festen Augitporphyr findet eine ununterbrochene Reihe von Übergängen durch Tausende von Gliedern Statt bis zu jenen dünngeschichteten sedimentären Tuffen, die aus mechanisch zertrümmerter, fein vertheilter Augitporphyrsubstanz bestehen, daher auch die Grenze zwischen den beiden aufgestellten Abtheilungen der Tuffe keineswegs von der Natur deutlich vorgezeichnet und durchaus willkürlich ist; die Scheidung ist ebenso vag als die des festen Augitporphyrs von Tuffen überhaupt. Wir halten uns an folgende Bestimmungen: Tuffe sind diejenigen Augitporphyrgesteine, bei deren Bildung aus heissflüssigem Zustande nicht blos die Abnahme der Temperatur, sondern auch die mechanische Einwirkung des Wassers eine Rolle spielte. Die sedimentären Tuffe unterscheiden sich von den eruptiven dadurch, dass die Bestandtheile von jenen sich nicht mehr an der Lagerstätte befinden, wo sie ursprünglich erstarrten, sondern vom Wasser mechanisch fortgetragen wurden.

Die Anzahl der Varietäten der Tuffe ist so gross, dass wir eine Beschreibung derselben nicht unternehmen. Nur einige für die Mineralführung wichtige Abänderungen der Eruptivtuffe sollen noch kurz besprochen werden. Wenn das Wasser durch das Eindringen in Dampfform Hohlräume erzeugt, so entstehen Gesteine, welche den Mandelsteinen des normal erstarrten Augitporphyrs ähnlich sind. Doch ist wohl festzuhalten, dass dieser die Hohlräume aus sich heraus bildete aus Stoffen, welche in ihm als Bestandtheile enthalten waren und bei dem geringen Druck dampfförmig entwichen, dass also diese Mandelsteine sich auch ohne die Umgebung des Wassers bilden konnten. Genetisch und geologisch sind daher beide Arten von Mandelsteinbildungen wohl zu unterscheiden, so ähnlich sie auch petrographisch und in Bezug auf ihre Mineralführung sind. Letztere

hängt nur von dem Gang der Zersetzung ab und wenn auch diese in den vom Wasser leichter durchdringbaren Tuffen schneller vor sich geht als im festen Augitporphyr, so sind doch die Producte derselben und somit die Einschlüsse der Mandelsteine in beiden Fällen im Allgemeinen dieselben. Wir unterscheiden demnach Augitporphyr-Mandelstein und Tuff-Mandelstein.

Durch ihre Mineralführung wichtig sind die Breccien- und Reibungsconglomerate. Die ersteren bestehen oft aus einem Haufwerk von eckigen Augitporphyr-Bruchstücken, welche durch eine lockere, bröcklige, tuffartige Masse verbunden sind; sie wird leicht ausgewaschen und es bilden sich an ihrer Stelle neue Mineralien.

Da wir von dem Gesichtspunkt ausgehen, dass der Augitporphyr und seine Eruptivtuffe dieselbe, unter verschiedenen Umständen erstarrte Masse sind, so lässt sich schon a priori schliessen, dass die als Erstarrungsproducte auftretenden Mineralien dieselben und höchstens durch ihre Form und physicalischen Eigenschaften verschieden sein werden. Wir betrachten daher die Grundgemengtheile jener Gesteine zusammen als: „Erstarrungsproducte“ und werden mit ihnen zugleich die Veränderungen untersuchen, welche sie erlitten haben. Dann erst gehen wir zu den Neubildungen aus den Producten der Umbildung der primären Bestandtheile über, zu den in den Hohlräumen abgelagerten Mineralien. Contactgebilde kommen gar nicht in Betracht, da sie sich beim Augitporphyr auf die Umwandlung von dichtem in krystallinischen Kalkstein und die Härtung von Schiefern beschränken. Bei Untersuchung der mannigfaltigen Contactproducte des Syenits werden wir Gelegenheit haben, auf diese untergeordneten Erscheinungen zurückzukommen. Wir können daraus wenigstens das Resultat entnehmen, dass die Temperatur der eruptiven heissflüssigen Augitporphyrmasse verhältnissmässig keine sehr hohe gewesen sein kann.

Erstarrungsproducte.

Schon L. v. Buch bestimmte Labrador und Augit als die Bestandtheile des Augitporphyrs von Süd-Tirol und seitdem hat sich nie ein anderes Resultat ergeben. Die Ausbildung der beiden Mineralien ist sehr verschieden. In dem Augitporphyr der Seisser Alp, den wir wegen seiner gleichmässigen charakteristischen Ausbildung als das normalste Gestein der Gruppe aufstellten, sind grosse Augit- und kleine

Labrador-Krystalle so innig in einer schwarzen Grundmasse eingewachsen, dass man niemals eine Krystallfläche zu sehen bekommt; um so deutlicher sind die Spaltungsflächen ausgebildet. Die Labradorkrystalle sind klein aber zahlreich und erweisen sich als das später ausgeschiedene Mineral. Verfolgen wir jedes der beiden Mineralien für sich durch die ganze Reihe der hieher gehörigen Gesteine.

1. **Augit.**

Die Krystalle des Augits schieden sich zuerst aus der heissflüssigen Augitporphyrmasse aus. Daher ist bei ihnen der Einfluss des umgebenden Mediums auf die Form und innere Structur besonders auffallend. Die Krystallform ist im Allgemeinen die des basaltischen Augits: eine parallel der Hauptaxe langgezogene achtseitige Säule *T M r* mit dem augitischen Paar *s*. In gleicher Häufigkeit kommen mit diesen Krystallen zusammen die gewöhnlichen Zwillinge vor, welche die Fläche *r* gemein haben. Beide Formen kommen in vorzüglicher klarer Ausbildung mit glatten Flächen vor; sie ragen auf den Verwitterungsflächen aus dem normalen festeren Augitporphyr hervor, während sie sich aus den Tuffen leicht glattflächig herauslösen. Wenn man vom Bufaure nach dem Giumella-Bach hinabsteigt, so überschreitet man einen kleinen Seitenbach, der über feinkörnige, sehr lockere schwarze Tuffe herabstürzt. Die kleinen zierlichen Augitkrystalle von den bezeichneten Formen liegen zu Tausenden in dem thonigen Verwitterungsproduct. Es ist hier besonders die Eigenthümlichkeit bemerkenswerth, dass die Krystalle von der Form *T M r s* meist, besonders aber im Giumella-Thal zu Gruppen sternförmig verwachsen vorkommen, so dass man nur selten einzelne gut ausgebildete Krystalle findet.

Eine zweite, wenig abweichende Form ist die der bekannten grossen Augitkrystalle vom Bufaure. Sie sind kurz säulenförmig und haben ausser *T M r s*, noch eine Endfläche in der Verticalzone, welche von Quenstedt als gerade Endfläche $(c : \infty a : \infty b)$ bezeichnet wird [1]). Indess ist sie stets convex gerundet, daher nicht näher bestimmbar; wenn sie aber untergeordnet auftritt, bildet sie einen stumpfen Winkel mit *r* und ist daher keine gerade Endfläche. Das Gestein, worin die Krystalle vorkommen, ist ein dichter schwarzer

[1]) Quenstedt, Handbuch der Mineralogie.

Tuff, der dem wahren Augitporphyr sehr nahe steht; er ist imprägnirt von Kalkspath, der in Gestalt von mikroskopischen weissen Punkten auf den Bruchflächen zerstreut erscheint. Der Labrador ist nicht zur Ausbildung in Krystallen gelangt, sondern wurde während der Entstehung derselben gestört, daher er gleichfalls nur in rundlichen weissen kleinen Körnern zerstreut ist, welche sich vom Kalkspath durch das Verhalten gegen Säuren so wie durch Vergrösserung unterscheiden lassen. Diese Merkmale charakterisiren das Gestein vor andern Augit führenden. Welcher Umstand aber die eigenthümliche nur auf diese Stelle beschränkte Krystallform veranlasst hat, dürfte schwer zu entscheiden sein.

Andere Flächen sind mir an den im Augitporphyr und seinen Tuffen vorkommenden Augitkrystallen nicht bekannt geworden. Es ist nur noch zu erwähnen, dass die kurz säulenförmigen Krystalle vom Bufaure nie zu derartigen Gruppen verwachsen sind, wie die der erstgenannten Form.

Dieselbe Ähnlichkeit, wie in der äusseren Begrenzung, herrscht auch hinsichtlich des physicalischen Verhaltens. Die Krystalle sind schwarz und zeigen auffallend wenig Spuren von Spaltungsflächen, deren Deutlichkeit mit der Kürze der Zeit, in der die Erstarrung der Grundmasse erfolgte, abnimmt. Zugleich nimmt die Sprödigkeit zu. Der normale Augitporphyr am Westrand der Seisser Alpe zeigt noch die Spaltungsflächen in gewöhnlicher Ausbildung; sie nehmen mehr und mehr ab, je mehr die Gesteine tuffartig werden, und bei einer rothen Varietät der Tuffe, welche man sehr verbreitet auf der Alpe Ciaplaja findet und die durch das Auftreten überaus vieler mannigfach gestalteter Blasenräume charakterisirt ist, haben die Augitkrystalle klare äussere Ausbildung, sind aber so spröde, dass sie in unregelmässig begrenzten Stücken, welche keine Spur von regelmässiger Spaltbarkeit zeigen, aus den glattandigen Krystallräumen herausfallen. Viele mannigfach verzogene Hohlräume lassen auf eine schnelle Erstarrung des Gesteins schliessen, die überhaupt bei allen Tuffen anzunehmen ist. Diesem Umstande ist es auch zuzuschreiben, dass aus ihnen die Augitkrystalle sich deutlich ausscheiden und leicht von der umgebenden Masse zu trennen sind, während sie ihr in den langsam und normal erstarrten Augitporphyren ungleich fester adhäriren und aus den Bruchflächen niemals glattflächig sich herauslösen. Die Härte ist bei

den schnell erkalteten Krystallen weit bedeutender, als bei den durch allmählich und langsame Abkühlung gebildeten.

Die chemische Umwandlung der Augitkrystalle musste sowohl wegen des eben erörterten Unterschiedes der physicalischen Verhältnisse als auch wegen der petrographischen Verschiedenheit des Muttergesteines mit Nothwendigkeit in ungleichem Masse eingreifen, so wie auch der Gang der Zersetzung nicht immer derselbe sein konnte. Folgendes sind die wichtigsten pseudomorphen Umbildungen:

Grünerde nach Augit. Diese bekannte Pseudomorphose stammt aus den Tuffen der Alpe Pozza, eines grossen einsamen ringförmigen Thalkessels, in dem sich die Quellbäche eines Zuflusses des Monzonibachs sammeln. Die Tuffe steigen in steilen Wänden an und sind hier in grosser Mannigfaltigkeit ausgebildet. Brocchi [1]) machte zuerst (1811) auf die „krystallisirte Grünerde" aufmerksam. v. Senger [2]) führt daneben Speckstein in Augitform an, was indess auf einer Verwechselung beruhen mag, da derselbe niemals wieder gefunden worden ist. Später wurde das Mineral von Rammelsberg [3]) chemisch untersucht. Neben seine Analyse der Grünerde von Pozza (II) stelle ich die des unzersetzten Augits vom Fassathal nach Kudernatsch [4]) (I).

	I.		II.
Kieselsäure	50·09	—	39·48
Thonerde	4·39	—	10·31
Eisenoxydul	11·16	Eisenoxyd	8·94
Kalkerde	20·53	Eisenoxydul	15·66
Magnesia	13·93	—	1·70
	100·00	Kohlensaurer Kalk	15·24
		Alkali und Wasser	8·67
			100·00.

Die Resultate einiger anderer Analysen von Rammelsberg weichen von den angeführten weit ab. Während einige Krystalle den

[1]) A. a. O.
[2]) A. a. O., p. 39.
[3]) Poggendorff's Annalen, Bd. 49, p. 356.
[4]) Poggendorff's Annalen, Bd. 37, p. 577.

auffallend hohen Gehalt an kohlensaurem Kalk nicht zeigen, steigt in ihnen die Kieselsäure bis 46 Procent, das Eisenoxydul bis 25 Procent. Kalk und Magnesia sind, wo die Umwandlung vollständig von Statten gegangen ist, bis auf geringe Spuren fortgeführt, auch der Kieselsäuregehalt hat sich vermindert, wogegen der Eisengehalt sich vermehrt hat und Alkali in die Verbindung getreten ist. Viele Krystalle haben einen Kern von Kalkspath, der zwischen seinen Lamellen Grünerde enthält. Wo er fehlt, ist die Umbildung wahrscheinlich weiter vorgeschritten. Dass aber so viel Kalkcarbonat im Anfange zurückblieb, kann man nur aus der bedeutenden Menge desselben herleiten, welche die Gewässer aus dem Labrador mit sich führten, daher sie den Kalk des Augits erst nach und nach fortführen konnten. Ganz besonders mag es aber die leichte Bildung und Löslichkeit des Magnesia-Carbonats sein, was den Niederschlag des kohlensauren Kalkes veranlasste, da, wo beide in Lösung sind, der letzte sich zuerst abscheiden muss. Der ausgelaugte Kalk ist meist auf Klüften abgesetzt, die in der Umgebung der Pozza-Alpe häufig damit ausgefüllt sind. Die Kieselsäure als Product secundären Absatzes spielt in den Tuffen des Augitporphyrs eine bedeutende Rolle. In unserem Falle ist die ganze Grundmasse damit imprägnirt; sie ist von hellgrauer Farbe und besitzt einen bei zersetztem Gesteine seltenen Härtegrad. Eine Menge Labradorkrystalle liegen darin, die auch die begonnene Zersetzung erkennen lassen, aber nicht mit Säuren brausen. Was das Alkali betrifft, so hat schon Rammelsberg auf die Eigenthümlichkeit einer Vermehrung seines Gehalts hingewiesen, die allerdings aus dem Labrador leicht herzuleiten ist, aus dem ein lösliches Silicat fortgeführt würde. Bischoff hat nachgewiesen, dass eine Vermehrung des Alkali-Gehaltes nicht selten vorkommt. Der hohe Eisengehalt endlich findet leicht seine Erklärung in der Zersetzung des in grosser Menge im Porphyr wie in den Tuffen vorhandenen Magneteisens, an dem die Zersetzung beginnt, wie man sich durch mikroskopische Schliffe leicht überzeugt. Es scheint sich durch diese leichte Zersetzbarkeit einzelner der metallischen Körnchen das Nebeneinandervorkommen von Magneteisen und Titaneisen zu bewähren, da letzteres auch im vollkommen aufgelösten Gestein unzersetzt zurückbleibt. Wird kohlensaures Eisenoxydul dem Augit zugeführt, so muss ein Austausch mit dem Kalk und der Magnesia des Silicats statt-

finden, daher die bedeutende Menge des Eisenoxydulsilicats. In der Umgebung der Grünerdebildungen ist nirgends die sonst häufige Ablagerung von Eisenoxydhydrat auf Klüften oder in Hohlräumen bemerkbar.

Speckstein nach Augit. Die Augitporphyre und ihre Tuffe scheinen sich durch das Fehlen dieser Pseudomorphose auszuzeichnen. Da sie indess mehrfach erwähnt wird, so ist es nöthig, näher darauf einzugehen. Liebener führt gewisse veränderte Augitkrystalle, die in einem Augitporphyrgang ein wenig oberhalb Forno am Avisio vorkommen, unter der erwähnten Bezeichnung auf. Alle Krystalle, die ich von dort sah, sind im Innern fast unveränderter Augit, an ihrer Oberfläche aber in eine graue Substanz verwandelt, welche die Flächen zwar ihrer Glattheit beraubt, aber die Kanten noch scharf hervortreten lässt. Sie liegen in einem zersetzten Gestein von perlgrauer, ins Grüne sich ziehender Farbe. Krystalle anderer Mineralien sind darin nicht ausgeschieden. Ein wenig höher am Abhange hinauf, zwischen Peniola und Sorte fand ich dasselbe, vom normalen Augitporphyr sich weit entfernende Gestein als einen Gang im Kalk, der eben so wenig Aufschluss ergab. Was die Identificirung des Umwandlungsproductes mit Speckstein betrifft, so ist wohl ein sicherer Schluss auf die Mineral-Species nur durch die Analyse zu erwarten; doch sprechen die physicalischen Eigenschaften, vor Allem eine sehr bedeutende Sprödigkeit, durchaus gegen Speckstein. — Ferner erwähnt Blum[1]) „ein Stück mandelsteinartigen Melaphyrs von Pozza in Tirol, in welchem die Augitkrystalle zu einer grünlichen specksteinartigen Masse umgewandelt erscheinen. Die Substanz ist weich, lässt sich sehr leicht schneiden und zeigt sich an den Kanten etwas durchscheinend. Das Innere der Krystalle bildet ein feinkörniges Aggregat, in welchem man hie und da höcht kleine Theilchen von kohlensaurem Kalk zu erkennen glaubt, wenn man mit der Loupe untersucht u. s. w.“ An dieser Beschreibung erkennt man leicht die im Vorigen erwähnten grünen Pseudomorphosen. Als Blum diese Worte schrieb, lag noch keine Analyse vor, daher eine Verwechslung leicht möglich war. Doch hat Rammelsberg's Analyse das Mineral bestimmt als Grünerde erwiesen. Speckstein ist bei Pozza niemals, weder in Form von Augit, noch in irgend einer anderen Form

---

[1]) Pseudomorphosen, pag. 139.

nachgewiesen worden; auch die älteren Angaben von v. Senger beruhen sicher auf Verwechslung, und es ist nur zu bedauern, dass diese irrthümlichen Angaben überall Eingang gefunden und zu weitläufigen Erörterungen Anlass gegeben haben.

Da ausser diesen leicht widerlegbaren Angaben niemals Speckstein in Form von Augitkrystallen in dem Augitporphyr von Süd-Tirol gefunden worden ist, so dürfen wir diese Pseudomorphose als gar nicht vorhanden annehmen. Es zeichnet sich im Gegentheil die Umwandlung des Augits in diesem Gesteine überall durch eine Fortführung von Magnesia aus, während zur Specksteinbildung eine bedeutende Vermehrung ihres Gehaltes nothwendig wäre. Bischof, sich auf die erwähnten und noch viele andere Angaben stützend, hält zweierlei Vorgänge für möglich, indem entweder kieselsaure Magnesia die ganze Augitmasse verdrängt[1]), oder eine Umwandlung in der Weise stattgefunden habe, dass das Magnesiasilicat des Augitporphyrs zurückgeblieben sei und gelöstes Magnesiacarbonat durch Austausch die Kieselsäure des Kalksilicats aufgenommen habe[2]). In wie weit beide Fälle bei den wirklichen Speckstein-Pseudomorphosen nach Augit, die am Monzoni im Contact von Syenit und Kalk in Menge vorkommen, möglich seien, haben wir hier nicht zu erörtern; wir fragen nur, woher eine so grosse Menge von Magnesia zugeführt werden könnte. Sie ist ja im Augitporphyr wesentlich an den Augit gebunden. Warum sollten einzelne Krystalle das Vorrecht besitzen, sämmtliche Magnesia an sich zu ziehen und sich mit ihr in Speckstein zu verwandeln, während die anderen, vollkommen ebenbürtigen, unter ganz gleichen Verhältnissen gebildeten dieselben abgeben mussten? Eine Ablagerung von Magnesiasilicat in Hohlräumen wäre wohl denkbar, doch auch sie findet im Bereich des Augitporphyrs nie als Speckstein Statt.

Rubellan nach Augit. Es sind bereits mehrfach Pseudomorphosen von Glimmer nach Augit angedeutet, wenngleich niemals mit Bestimmtheit nachgewiesen worden. Bischof erwähnt sie vom Laacher See und weist die Möglichkeit der Bildung nach, ohne den bestimmten Beweis durch Thatsachen zu führen. In Süd-Tirol findet sich eine solche Pseudomorphose in ungemeiner Klarheit. Bereits erwähnten wir (S. 330) der Tuffe von der Alpe Ciaplaja am Monte

---

[1]) Chemische Geologie, I, p. 792.
[2]) Ebendaselbst II, p. 553.

Creppa. Sie enthalten in einer dunkelziegelrothen Grundmasse sehr viele kleine weissliche Feldspath- und grosse Augitkrystalle, die sich durch ihre Sprödigkeit auszeichnen und von Rissen und Sprüngen durchzogen sind. Dadurch haben die zersetzenden Gewässer leicht Zugang und beginnen an vielen Punkten gleichzeitig eine Umwandlung von innen heraus. Es entstehen rothe Glimmerblättchen, deren Complexe gegen die schwarze Augitsubstanz scharf abgegrenzt sind. An den vorliegenden Stücken lässt sich, besonders an geschliffenen Flächen, die Umwandlung von ihrem ersten Beginne bis zu dem Stadium nachweisen, wo der ganze Krystall in eine rothe Masse mit scharfkantigen Umrissen verwandelt ist.

Die Pseudomorphose der Augitkrystalle deutet die Art der Umwandlung des ganzen Gesteins an, die sich durch die bei einem augitischen Tuff höchst auffallende ziegelrothe Färbung zu erkennen gibt. Da die Grundmasse unendlich viele mikroskopische Krystalle von Augit als wesentlichen Bestandtheil enthält und diese in ihren Eigenschaften gewiss den grossen Krystallen nahe stehen, so mussten sie lange vor den letzteren umgewandelt werden und zwar auf gleiche Weise. Die ziegelrothen rubellanhaltigen Tuffe sind übrigens nicht auf die Alpe Ciaplaja beschränkt; sie finden sich auch oberhalb der Pozza-Alpe gegen den Monte Ziegelai und im Val di Monzoni auf Gängen im Kalk; ferner am Toazzo im östlichen Theil des Latemar-Gebirges, gleichfalls in Gängen. Die Art der Umwandlung lässt sich nicht feststellen, so lange man mit „Rubellan“ nur einen beliebigen Glimmer bezeichnet, dessen wesentlicher Charakter die ziegelrothe Farbe ist, und nicht weiss, ob alle Rubellane die gleiche chemische Zusammensetzung haben.

Der rothe Tuff von Ciaplaja zeigt noch eine Eigenthümlichkeit, die bei Erörterung des Umwandlungs-Processes in Rubellan nicht zu übersehen ist. Er ist nämlich durchzogen von einer unzähligen Menge unregelmässig gestalteter Blasenräume, welche mit grünen, weichen, erdigen Gemengen erfüllt sind, denen man keinen mineralogischen Speciesnamen beilegen kann. Durch Braunwerden an der Luft erweisen sie sich als Eisenoxydulsilicate. Wie verschieden ist hier in demselben Gesteine die Einwirkung der Zersetzung. Man darf die rothe Farbe des Rubellans von Eisenoxyd herleiten. Woher dort die Bildung des Oxyds, während in dem scharf abgegrenzten Hohlraume nur Oxydul entsteht?

Rubellan wird häufig in Gesteinen erwähnt, die als Melaphyr beschrieben werden; auch dort erweist er sich als ein Product der Umbildung.

Hornblende und Asbest nach Augit. Seitdem G. Rose in der Beschreibung seiner Reise nach dem Ural den „Uralit“ kennen gelehrt und die Bildungsweise dieses eigenthümlichen Minerals einer gründlichen Erörterung unterworfen hat, ist dasselbe Gegenstand vielfacher Behandlung gewesen. G. Rose selbst beschäftigte sich noch weiterhin mit dem Gegenstand, dessen genaue Untersuchung wichtige Aufschlüsse für die gesammte chemische Geologie versprach; daher waren es auch insbesondere Vertreter dieser Wissenschaft, welche sich mit der Lösung der Uralitfrage beschäftigten; wir nennen unter ihnen nur Blum, Bischoff und Scheerer. Man fand bald, dass Augitkrystalle mit der Spaltbarkeit der Hornblende eine nicht geahnte Verbreitung besitzen, indem sie schon der berühmte Entdecker ausser am Ural auch von Arendal, von Mysore, in den Geschieben der norddeutschen Ebene und von anderen Orten nachwies. Insbesondere machte auch er bereits auf das Vorkommen des Uralits in der Nähe von Predazzo aufmerksam. Das Mineral findet sich dort an dem schon mehrfach erwähnten Monte Mulatto, wo es im nordöstlichen Theil die obersten Gehänge bildet und sich über eine Einsattelung gegen den Kalk des Viezena fortzieht. Die beiden Berge sind durch eine Einsenkung getrennt, in der der Rio di Viezena sein Bett gegraben hat. In der unteren Hälfte seines kurzen Laufes bricht er sich durch eine Verengung Bahn und stürzt dem Travignolo-Bach zu. Aus den Geröllen in diesem unteren Theil des Baches stammten die Stücke, welche das Vorkommen bekannt machten. Das Gestein gleicht einem Augitporphyr, von dem es sich aber durch eine lauchgrüne Farbe beim ersten Anblick unterscheidet. Die Uralitkrystalle ragen mit ihren deutlichen Augitformen auf den Verwitterungsflächen aus dem Gestein heraus und sind, ebenso wie das ganze Gestein, auffallend analog dem von G. Rose beschriebenen Vorkommen am Ural. Die dunkellauchgrünen scharfbegrenzten Krystalle sind seidenglänzend, und zeigen deutlich die Structur der Hornblende. Oft sind die Krystalle unregelmässig durchwachsen, wie wir dies schon beim Augitporphyr erwähnten; dann sind die als Fasern erscheinenden Kanten der Hornblendeprismen in jedem Individuum parallel zu dessen Hauptaxe und die einzelnen Krystalle greifen winklig und

scharf begrenzt in einander ein. Stets lassen sich die Fälle, wo die Hornblendeprismen nach verschiedenen Richtungen angeordnet sind, auf solche Durchwachsungen zurückführen. Der Unterschied von Augitporphyr besteht lediglich in der Beschaffenheit der in der Augitform enthaltenen Masse. Wir sahen dort grössere Krystalle in einer feinkörnigen schwärzlichen Grundmasse liegen, deren Hauptbestandtheile Augit und Labrador sind. Der Labrador ist in gleicher Weise im Uralitporphyr vorhanden; aber was den feinvertheilten Augit betrifft, so weist schon die lauchgrüne Farbe der Grundmasse darauf hin, dass auch an seiner Stelle dieselbe Hornblende auftritt, welche die grossen Krystalle erfüllt; mikroskopische Schliffe beweisen dies vollkommen. Ein zweiter durchgreifender und wichtiger Unterschied zwischen dem Augitporphyr von Süd-Tirol und dem Uralitporphyr von Predazzo ist die Art und Weise, in der sich das Eisen findet. Auf Schliffflächen des Augitporphyrs glänzen in grosser Anzahl kleine stahlgraue Körner von Titaneisen, während der Uralitporphyr davon frei ist und nur zuweilen Eisenkies führt. Diese Erscheinung verdient in hohem Grade Beachtung.

G. Rose hat in klarer Weise gezeigt, dass man die Uralitkrystalle nicht als dem Augit isomorphe Hornblende betrachten könne, sondern dass sie ursprünglich Augit waren und erst später in Hornblende verwandelt wurden. Dies ist auch im Wesentlichen stets festgehalten worden und es blieb nur die Frage zu beantworten, auf welche Weise die Umwandlung geschehen sei. Die zwei aufgestellten Erklärungsweisen können wir als die chemische und physicalische bezeichnen, da sie auf wesentlich verschiedenen Grundsätzen beruhen. In der ersten Abhandlung über den Uralit (Reise nach dem Ural Bd. II) kam G. Rose zu dem Resultat, dass eine mechanische Umänderung stattgefunden habe, die sich in der veränderten Structur kundgebe; ob dabei auch eine chemische Umwandlung geschehen sei, liess derselbe dahingestellt, hielt es aber wegen der verschiedenen Farbe und Schmelzbarkeit von Uralit und Augit für wahrscheinlich. Die ersten auf das Experiment gegründeten Untersuchungen über den Gegenstand waren physicalischer Natur, daher die Theorien denselben Charakter annehmen mussten. Die schöne Entdeckung von Mitscherlich und Berthier, dass man durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure mit Kalk und Magnesia Augitkrystalle erhalte, das oft beobachtete Vorkommen der letzteren in Hochofenschlacken,

so wie die durch Umschmelzen von Augit erhaltenen gleichen Resultate mussten die Folgerung veranlassen, dass der Augit ein Product schneller Erstarrung sei. Da nun Hornblende um die gleichen Extreme der chemischen Zusammensetzung zu schwanken schien, so lag die Vermuthung nahe, ihren Unterschied von Augit allein in einer Verschiedenheit des Erstarrungsprocesses zu suchen. Diese Folgerung von G. Rose schien eine glänzende Bestätigung durch die Beobachtung zu erhalten, dass geschmolzene, thonerdefreie Hornblende zu Augit erstarre. Der Uralitporphyr galt sonach als ein bis zum Schmelzpunkt des Augits nochmals erhitzter Augitporphyr, der langsam erkaltete, daher nun Hornblende an die Stelle des Augits treten und natürlich die frühere Form beibehalten musste. Es ist bekannt, wie geistreich Scheerer seine Theorie des Paramorphismus auf den Uralit ausdehnte und in ihm einen glänzenden Stützpunkt fand.

Versuchen wir es, ehe wir auf die zweite der aufgestellten Theorien eingehen, die angeführte auf den Uralitporphyr von Süd-Tirol anzuwenden und zu untersuchen, ob sie für seine Bildung Giltigkeit haben kann. Nehmen wir an, dass Augit und Hornblende die gleiche chemische Verbindung sei, welche durch schnelle oder langsame Abkühlung in jenen beiden Formen krystallisiren könne; nehmen wir ferner an, dass Augitkrystalle durch Schmelzung und langsame Abkühlung Hornblende-Structur annehmen, so müssen wir für Süd-Tirol die Möglichkeit einer solchen späteren Erhitzung durchaus in Abrede stellen. Der Uralitporphyr hat sich bei der Eruption über den rothen Turmalingranit ausgebreitet und ist dort erkaltet. Später breitete sich in gleicher Weise über einen Theil des neugebildeten Gesteins der Melaphyr des Mulatto aus. Hätte dieser eine den Schmelzpunkt des Augits übersteigende Temperatur gehabt und wäre er eine unversiegbare Wärmequelle gewesen, so hätte er allerdings nach und nach auf die ganze Masse des Augitporphyrs umschmelzend wirken können. Allein wir lernten bereits früher die Contactwirkung des Melaphyrs als sehr untergeordnet, mithin seine Temperatur bei der Eruption als verhältnissmässig niedrig kennen und auch diese geringe Wärmemenge musste er bald abgeben. Somit müssen wir den von Scheerer angenommenen paramorphen Process am Monte Mulatto als unmöglich erklären. Dass indess eine Umschmelzung und Wiedererstarrung des Augits zuweilen stattgefunden hat, stellen wir keineswegs in Abrede; im Gegentheil dürften sich am Latemar Beispiele

dafür finden. Es kommt dort an den Gehängen des Toazzo, der Augitporphyrmasse am Latemargebirge, ein Gang eines sehr dichten schwarzen Gesteins vor, welches bis faustgrosse Kugeln von Kokkolith enthält. Unmittelbar neben diesem Gang ist ein anderer sehr mächtiger jüngerer Melaphyr. Sein grosses Volumen im Vergleich zu dem weit geringeren des Kokkolithgesteines konnte wohl umschmelzend wirken, um so mehr, wenn man berücksichtigt, dass die unzähligen Gänge an jenem Gebirge während sehr kurzer Zeit successiv entstanden, daher die Entstehung des nächst späteren schon vor der völligen Erstarrung des vorhergehenden, zufällig benachbarten, erfolgen konnte. Nun ging die Abkühlung rasch von Statten, daher entstand Kokkolith. Ob die Bildung dieses ausgezeichneten Kokkoliths, wie vielleicht an allen Orten, wo er sich findet, auf dem bezeichneten Wege stattgefunden habe, muss so lange dahingestellt bleiben, bis die Reihenfolge der Schmelztemperaturen der Silicate lehrt, ob Augit innerhalb der Grundmasse flüssig gemacht werden kann, ehe diese so weit erhitzt ist, dass sie sich mit ihm zu einem homogenen Gemenge vereinigen würde. Jedenfalls spricht die körnige Structur des Kokkoliths, sowie seine meist rundliche Form, sehr für eine schnelle Erstarrung innerhalb einer zähflüssigen Masse. — Noch eines Gesteines sei mir gestattet zu erwähnen, das an dem Südabhang des Mulatto in einigen herabgestürzten Blöcken sich findet, das ich aber nicht anstehend beobachtete. Eine sehr dichte schwarze Grundmasse enthält länglich runde Einschlüsse, welche mit Ausnahme ihrer sammtschwarzen Farbe ganz das Aussehen von Uralit haben. Der Kern oder irgend ein Theil der Kugel besteht aus körnigem schwarzen Augit. Die Grösse beträgt 2 — 8 Linien. Je grösser die Einschlüsse werden, desto mehr zeigen sich an der rundlichen Form Kanten und die grössten haben deutlich die Form des Augits. Hier ist in der That eine Umschmelzung evident, wobei die kleinen Krystalle vollkommen geschmolzen und zu Kugeln umgestaltet wurden, während an den grösseren nur die Kanten sich abrundeten und die innere Masse Augit blieb. Es ist nicht zu leugnen, dass diese Erscheinung ungemein für die Theorie der paramorphen Uralitbildung spricht und fast als ein Beweis angesehen werden könnte, wenn nicht noch weitere Gründe dagegen sprächen.

Es ist somit klar, dass der Uralit von Süd-Tirol nicht durch Schmelzung und langsame Wiedererstarrung gebildet worden ist; wo jene stattgefunden hat, da entstanden im Gegentheil rundliche

Einschlüsse von körnigem Augit. Untersuchen wir aber, ob jene Theorie der Uralitbildung auch für andere Fälle sich widerlegen lasse und ob dies auf die ganze Theorie der Verschiedenheit von Hornblende und Augit durch die Schnelligkeit der Erstarrung auszudehnen sei. Was den Uralitporphyr betrifft, so sind seine Eigenschaften stets so ähnlich, dass man dieselbe Art der Bildung überall voraussetzen darf. Wenden wir uns jedoch zu den frei ausgebildeten Diopsid-Krystallen, welche bei Traversella in Hornblende umgewandelt sind, so hört hier jede Möglichkeit einer Umschmelzung und secundären langsamen Erstarrung auf, ebenso wie bei ähnlichen freien in Hornblende verwandelten Augitkrystallen am Monzoni. Weisen diese Erscheinungen schon die Annahme zurück, dass Hornblende paramorph nach Augit sei, so gehen wir noch weiter und behaupten, dass verschiedene Schnelligkeit der Erstarrung keineswegs den Unterschied der beiden Mineralien bedingte und dass dieselben durchaus nicht als Eine dimorphe Species zu betrachten, sondern chemisch und physicalisch bestimmt unterschieden seien. Ich gehe abermals zum Latemar zurück, wo die mehrfach erwähnten zahlreichen Gänge im Augitporphyr theils Augit, theils Hornblende führen, ganz unabhängig von der Mächtigkeit und der dadurch bedingten Schnelligkeit des Erstarrens; diese hatte also hierauf keinen Einfluss, wie sie überhaupt wahrscheinlich nie die Krystallform bedingen kann, wenn auch die Structur davon wesentlich abhängig ist. Jede chemische Verbindung hat einen ganz bestimmten, durch äussere Umstände um ein Minimum modificirbaren Erstarrungspunkt, selbst wenn sie vorher den zähflüssigen Zustand annimmt; dass Krystalle aus dem chemischen Gemenge sich gross und vollkommen ausscheiden, beruht demnach theils auf dem langen Verharren bei der gleichen Temperatur, theils auf der bei der Krystallisation allmählich frei werdenden Wärme. Aus diesem Grund kann man auch die Verwachsung von Augit und Hornblende im Hypersten-fels und in vielen anderen Fällen nicht durch die Annahme erklären, dass sich zuerst Augit, dann aber wegen des längeren Zeitraumes, in dem die langsame Erstarrung der äusseren Theile des Krystalls erfolgen musste, Hornblende gebildet habe. Die Einheit der Erstarrungstemperatur für jedes Mineral erlaubt diese Annahme nicht. Nur die Verschiedenheit derselben für Augit und Hornblende konnte jene Umschliessung eines Kernes von ersterem durch Hornblende veranlassen.

Dass Augit und Hornblende chemisch und physicalisch verschieden seien, beweisen vor Allem die vielen vorhandenen Analysen. Bischoff zeigt (Bd. II, p. 540), dass die Kalkerde im Augit 18—24, in der Hornblende 10—14 Procent betrage, die Magnesia im Augit 12—17, in der Hornblende 21—27 Procent. Diesen Unterschied suchte Scheerer dadurch als verschwindend darzustellen, dass er diese Basen als $(\dot{R})$ zusammenfasste, wodurch er für drei von Sartorius analysirte Hornblenden die Augitformel $(\dot{R})^3\ [\dddot{Si}]^2$ fand. Allein dass man bei dem Zusammenfassen der Basen in chemischen Formeln sehr vorsichtig sein müsse, beweisen ganz besonders Kalk und Magnesia. In Carbonaten können sie sich vertreten, während sie gegen Kieselsäure, ein sehr verschiedenes Verhalten zeigen. Kein Zeolith enthält eine Spur von Magnesia, obgleich sie in den Bildungsgewässern in grosser Menge neben Kalk vorhanden war, wogegen Kalk nicht an der Zusammensetzung von reinen Magnesiasilicaten theilnimmt, so oft er auch an Kieselsäure gebunden in ihrer Begleitung vorkommt. Die Rolle, welche beide Erden bei der Mineralbildung spielen, ist eine sehr verschiedene. Aus diesen Gründen ist es sehr gewagt, Kalk und Magnesia in Formeln als gleichbedeutend zusammenzufassen, um so mehr wenn es sich um die Trennung von zwei nahverwandten Mineralspecies handelt. Abgesehen jedoch von alledem würde die Thatsache, dass die Zusammensetzung von drei Hornblenden sich mit Zugrundelegung der Isomorphie jener Basen durch die Augitformeln ausdrücken lässt, keineswegs zur Vereinigung der beiden Mineralien hinreichen, da alle anderen vorliegenden Analysen sich bestimmt und scharf nach zwei Richtungen trennen und, worauf G. Rose schon in seiner ersten Abhandlung über den Uralit aufmerksam machte, zwei durch den Kieselsäuregehalt verschiedene Arten ergeben. Rechnet man hierzu, dass auch das Verhältniss zwischen Säure und Basen in den Silicatgesteinen offenbar bestimmend wirkte auf die Bildung von Augit oder Hornblende, so zwar dass jedes dieser Mineralien durchaus unabhängig vom Erstarrungsprocess grosse Gruppen von Gesteinen charakterisirt, rechnen wir ferner hinzu die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes und aller übrigen physicalischen Eigenschaften, so ergibt sich die Nothwendigkeit einer scharfen Trennung von Augit und Hornblende, die Annahme aber einer Uralitbildung durch Paramorphose nicht nur für Süd-Tirol, sondern überhaupt für unhaltbar. Scheinen auch die

erwähnten Schmelzversuche, wodurch G. Rose Augitkrystalle aus Hornblende erhielt, gegen eine Trennung zu sprechen, so beweisen sie doch nur, dass das Material zur Augitbildung in der geschmolzenen Masse vorhanden war; erst eine genaue chemische Untersuchung könnte zeigen, ob die ganze Masse der Hornblende für die Augitbildung verwendet wurde, oder ob nicht ein Theil der Bestandtheile unverwendet zurückblieb, da vielleicht die Hornblende sich nur aus bestimmten chemischen Gemengen ausscheiden kann.

Hatte schon G. Rose eine chemische Umwandlung bei der Uralitbildung für wahrscheinlich gehalten, so suchte Blum dies zur Gewissheit zu erheben, indem er zeigte, dass der Vorgang sich durch Verlust von Kalkerde und durch Aufnahme von Magnesia erklären lasse. Dieser Ansicht traten Bischof und G. Rose bei. Ersterer hat die Möglichkeit und die Wahrscheinlichkeit eines solchen Vorgangs bewiesen. Auch für Süd-Tirol ergibt es sich als sehr wahrscheinlich, indem die Uralitkrystalle stark mit Säuren brausen und glatte Schliffflächen derselben dadurch rauh werden. Mikroskopische Schliffe zeigen im polarisirten Licht zwischen den Hornblendeprismen sehr feine Lagen einer fremden Substanz, welche wahrscheinlich Kalkspath ist; genau lässt sich dies wegen der Feinheit der Lamellen nicht feststellen.

Seitdem man noch andere Pseudomorphosen kennt, welche Spaltbarkeit besitzen, steht der Annahme der Uralitbildung auf nassem Wege von chemischem und physicalischem Gesichtspunkte nichts mehr im Wege, sie darf als Thatsache angenommen werden, doch darf man sich nicht verhehlen, dass für einzelne Fälle noch manche Bedenken zu beseitigen sind. Dazu gehört in Süd-Tirol zunächst die Quelle der Magnesia. Aus dem Augitporphyr selbst, der sich in Uralitporphyr umwandelt, kann sie nicht stammen und nur die Eine Annahme, dass der bedeckende Melaphyr früher eine grössere Ausbreitung am Mulatto gehabt habe, dass aus ihm die Magnesia zugeführt worden sei, dass endlich die Umwandlung vor der Bildung des Travignolothales geschehen sei, gestattet eine einigermassen genügende Herleitung jenes Bestandtheils. Nur diese durch die geognostischen Verhältnisse wohl begründete Annahme vermag auch zu erklären, warum die Uralitbildung auf den einzigen Augitporphyr des Monte Mulatto beschränkt war, da kein anderer auch nur einen einzigen Uralitkrystall zeigt und eine gleiche Berührung mit Melaphyr

nur noch bei einigen untergeordneten Gängen stattfindet. Ein zweiter noch bestimmt zu erklärender Umstand ist das Fehlen von Titaneisen im Uralitporphyr und das auch anderweitig so häufig an Hornblende gebundene Vorkommen von Eisenkies.

Was endlich das Vorkommen von Asbest noch Augit betrifft, so ist dies besonders zur Bestätigung eines chemischen Vorganges geeignet. Die Pseudomorphose findet sich bei Predazzo an zwei Orten, in Val di Rif am Ostabhang der Sforzella und am Nordostabhang des Viezena, an letzterem Orte in einer schwarzen Grundmasse mit unebenem Bruch, an ersterem in einem sehr stark zersetzten Augitporphyr, in dem man noch die kleinen Labradorkrystalle erkennt, neben denen grosse Ausscheidungen von Pistacit vorkommen. Der sogenannte krystallisirte Asbest hat die Form von Augitkrystallen, die Fasern sind parallel der Hauptaxe und durch einen weiter vorgeschrittenen Uralitbildungsprocess entstanden. Die grosse Menge der Magnesia lässt sich aus der umgebenden Quelle herleiten, da der metamorphosirte Augitporphyr, von dem die Stücke stammen, einen Gang im Melaphyr bildet. Die vielen bekannten analogen Vorkommnisse aus anderen Gegenden (Traversella etc.) können gleichfalls nur zur Bestätigung einer chemischen Umwandlung beitragen.

Werfen wir einen Blick zurück auf den Augit des Augitporphyrs und der Tuffe, so tritt es hier klar hervor, wie die Bildung und Umbildung eines Minerals durchaus abhängig ist von geologischen Vorgängen und von geognostischen und petrographischen Verhältnissen. Krystallform und physicalische Eigenschaften erweisen sich als Functionen des Mediums in dem die Erstarrung erfolgte, und der letzteren selbst. Die Umbildung verfolgt einen doppelten Weg. Dort, wo kein Eruptivgestein über dem Augitporphyr lagert, und daher die Zersetzung des letzteren selbstständig aus ihm heraus erfolgt, sind alle Umwandlungsprocesse auf die Fortführung von Magnesia und Kalk gerichtet, während dort, wo, wie am Mulatto oder im Val di Rif, die zersetzenden Gewässer erst magnesiareichen Melaphyr durchströmt haben, eine Zuführung dieses Bestandtheils auf Kosten des Kalkes stattfindet. Diese grossartige Einheit in den Umbildungsprocessen gliedert sich mehrfach in grosse Gruppen, die für gewisse Localitäten constant bleiben, auch, wie die Rubellanbildung, sich an verschiedenen Orten wiederholen. Ungleich mannigfaltiger sind dieselben an den

vielen Augitvarietäten des Monzoni, welche bei Behandlung der reichen Lagerstätte des Syenits im zweiten Theil dieser Arbeit zur Sprache kommen sollen.

2. Labrador.

Dem, was bei den allgemeinen Bildungsverhältnissen des Augitporphyrs über den Labrador gesagt wurde, ist wenig hinzuzufügen. Er findet sich in kleinen Krystallen im eigentlichen Augitporphyr, in allen Eruptiv-Tuffen und im Uralitporphyr. Ihre Gestalt ist nicht näher bestimmbar, ebensowenig wie die physicalischen Eigenschaften. Über die Bildung lässt sich nur feststellen, dass der Labrador nach den grossen Augitkrystallen bei der Erstarrung der Grundmasse sich ausschied. Für die Umbildungsvorgänge spielt er jedenfalls eine sehr wichtige Rolle, die nur durch Analogie mit der Zersetzung anderer Labradorgesteine richtig erkannt werden kann. Das Hervortreten der grossen Augitkrystalle auf den Verwitterungsflächen zeigt, dass allmählich die ganze feste Gesteinsmasse fortgeführt wird. Weit leichteren Zutritt als im Porphyr, hat die Zersetzung in den Tuffen. Da die Grundmasse derselben meist ein ziemlich gleichmässig körniges Gemenge der beiden Mineralien bildet, so zerfällt sie durch Verwitterung des Labradors zu einer braunen Erde, in der die mikroskopischen Augitkrystalle der Grundmasse die Hauptrolle spielen. Ausserdem nehmen an ihrer Zusammensetzung noch die Reste des Labradors Theil und das feinvertheilte Titaneisen. Die grossen Augitkrystalle liegen in dieser erdigen Masse zerstreut. Hieher gehört das angeführte Vorkommen derselben von Giumella (S. 329). Diese aus der Zersetzung hervorgegangenen Tufferden bedecken grosse Strecken auf den Gebirgen um den Ursprung des Fassathales und bedingen hauptsächlich den reichen Alpnutzen in diesem Theile von Tirol. Alle Abhänge sind von der schlüpfrigen schwarzbraunen Erde gebildet, in der die Feldspathkrystalle ganz fehlen. Die Zersetzungsproducte des Labradors sind das Haupt-Agens für die Bildung der vielen für den Augitporphyr und seine Tuffe charakteristischen Mineralien.

3. Titaneisen.

Das Titaneisen spielt eine nicht unwichtige Rolle. In allen Augitporphyren und in allen Eruptiv-Tuffen ist es in kleinen Körnchen vertheilt. Bei der Zersetzung bleiben sie zurück und häufen sich oft so an, dass man sie als Streusand sammelt. Man zieht sie mit einem Magnet aus der schwarzbraunen Tufferde, an deren Oberfläche

sie sich ansammeln, wenn der Regen jene fortspült. Dies findet an der Seisser Alpe, im Grödner Thale und an vielen anderen Stellen Statt. Selten sind die Oktaëder klar und scharf ausgebildet, meist sind deren mehrere unregelmässig verwachsen.

Zersetzungsproducte.

Während die Zahl der Mineralien, welche als Erstarrungsproducte an der ursprünglichen Zusammensetzung des normalen Augitporphyrs und seiner Eruptions-Tuffe theilnehmen, sehr beschränkt ist, eröffnet sich bei der Betrachtung der durch Zersetzung jener wenigen Gemengtheile neugebildeten Mineralien eine überaus grosse Mannigfaltigkeit. Die am Schauplatz der Zersetzung selbst stattfindenden Veränderungen wurden, so weit sie sich klar erkennen lassen, im Vorigen erörtert; jetzt kommen die aus den fortgeführten Bestandtheilen neu entstehenden chemischen Verbindungen in Betracht, welche sich in Hohlräumen und auf Klüften ablagern. Die Theorie über ihre Bildung kann sich nur auf den Gang der Zersetzung und auf chemische Verwandtschaftsgesetze gründen und wird sich, da wir die Bestandtheile des Augitporphyrs und ihre Veränderungen kennen, in vielen Fällen leicht aus diesen herleiten lassen.

Die Lagerstätte der neu entstehenden chemischen Verbindungen bilden vor Allem die Hohlräume der mandelsteinartigen Augitporphyre und Eruptivtuffe (S. 326—328). Ihre Gestalt ist sehr mannigfaltig ausgebildet. In den Augitporphyren, wo die Mandelsteinbildung am normalsten ist, sind die Hohlräume meist rund, mit einer aufwärts gerichteten Längenausdehnung und in allen den Formen ausgebildet, deren Modificationen und Bildungsverhältnisse von Kenngott gründlich erörtert worden sind [1]). Ganz anders, wo das Gestein nicht die Gasblasen aus sich heraus durch den verminderten Druck gebildet hat, sondern wo, wie bei den Eruptivtuffen, der Wasserdampf die wichtigste Rolle spielte. Hier sind die Hohlräume auf das Mannigfaltigste verdrückt und verzogen, oft lang ausgedehnt, oft gekrümmt und von der unregelmässigsten Gestalt. Man erkennt die Heftigkeit verschiedener störend in einander greifender Bewegungen, welche in der kurzen Zeit der Erstarrung jene Formen hervorbrachten. Eine andere Lagerstätte sind die Klüfte, welche meist durch besondere

---

[1]) Kenngott, Die Achatmandeln in dem Melaphyr von Theiss. Haidinger's naturwissenschaftliche Abhandlungen. Bd. IV, II. Abth. p. 71, 1851.

Mineralien ausgezeichnet sind. Oft durchsetzt sich ein complicirtes System von Klüften in der Weise, dass man eine heftige Erschütterung und Zertrümmerung annehmen muss. Endlich sind die Conglomerate und Breccien als eine wichtige Lagerstätte zu nennen, besonders diejenigen, in welchen Bruchstücke dichten Augitporphyrs durch Tuffmasse verbunden sind. Diese verwittert auf die gewöhnliche Weise, indem der Labrador in der Zersetzung vorangeht, die Masse den Zusammenhalt verliert und als eine schwarzbraune Erde herausgeschwemmt wird. Die Bruchstücke bleiben dann ohne Zusammenhalt zurück und wegen der rasch fortschreitenden Zersetzung des Bindemittels und der blossgelegten Einschlüsse bilden sich Mineralien, welche zuletzt vollkommen die Stelle des Bindemittels vertreten.

Zur richtigen Würdigung des Vorganges bei der Zersetzung ist mehr als in anderen Fällen die Beobachtung der Paragenesis der Mineralien von Wichtigkeit. Jeder Fundort im Fassathale ist nicht nur durch eigenthümliche Form und Ausbildung der Krystalle, sondern auch durch die Art der Aufeinanderfolge charakterisirt. Bald scheidet sich die Kieselsäure in Krystallen auf Kalkspath ab, bald tritt sie successiv an dessen Stelle. Die pseudomorphen Processe und die successive Bildung verschiedener Mineralien über einander sind vollkommen analoge Vorgänge. Jene als durch zweifache Zersetzung entstandene Mineralien, nehmen unser Interesse ganz besonders in Anspruch.

Wir ordnen die Mineralien, um den geologischen Standpunkt festzuhalten, nach der Rolle an, welche sie spielen, da eine rein chemische Aneinanderreihung kein klares Bild des Ganzen zu geben vermöchte.

1. Kohlensaurer Kalk.

Der Augitporphyr und alle zu ihm gehörigen Gesteine zeichnen sich durch das seltene Vorkommen ausgebildeter Krystalle von kohlensaurem Kalk aus. Aragonit ist mir gar nicht bekannt geworden; Kalkspath findet sich zwar in ausgezeichneten Krystallen, aber auf wenige Localitäten beschränkt. Unter diesen zeichnet sich

a) der Kalkspath vom Molignon oder Mahlknecht

aus. Dieser bekannte Fundort ist auf der Wasserscheide des Duron-Baches (Fassa) vom Saltaria-Bach (Gröden) gelegen. Schwarze Tuffe, die an der Grenze zwischen Eruptiv- und Sedimentär-Tuffen stehen, setzen hier einen Gebirgszug zwischen den Rosszähnen (am Schlerngebirge) und dem Blattkofel zusammen. Sein niedrigster Punkt ist die

7062 F. (Trink.) hohe Einsattelung des Passes zum Mahlknecht, der den Übergang von der Seisser Alpe nach Fassa vermittelt. Die Tuffe sind vielfach von Augitporphyrgängen durchsetzt und gehen im westlichen Theile in gewöhnliche Eruptivtuffe über, welche hoch gegen die Rosszähne ansteigen und längs dem Saltaria-Bach anstehen. Sie sind die Lagerstätten der Mineralien vom Molignon. Es kommen unregelmässig gestaltete Hohlräume von ungewöhnlicher Grösse vor; ganz besonders aber ist es hier, wo das Gestein von einer Unzahl von Klüften durchzogen ist, welche auf eine heftige Zertrümmerung schliessen lassen. Das Gestein selbst hat das Ansehen eines normalen Augitporphyrs mit grossen Augitkrystallen, und wenn nicht das wechselnde Vorkommen entschiedener Tuffe und der grossen unregelmässigen Hohlräume bezeichnend wäre, so könnte man nach Handstücken meinen eine vollkommen normal erstarrte Eruptionsmasse vor sich zu haben. An einigen Stellen hat die Zersetzung stark eingegriffen und hier die auf unserer Lagerstätte seltene Erscheinung chlorit- und serpentinartiger Substanzen hervorgerufen, so wie auch einzelne Stücke ein unrein-specksteinartiges Aussehen haben. Rein und mineralogisch bestimmbar treten diese Magnesiasilicate nie auf; wenn sie aber in der That vorhanden sind, so dürfte in dem hoch über den Felsen anstehenden Dolomit der Rosszähne eine Quelle der Magnesia zu suchen sein.

Das allgemein Charakteristische des Kalkspaths in den Tuffen des Molignon ist die Ausbildung des würfelähnlichen Rhomboëders: ($^2/_3\, a' : {}^2/_3\, a' : \infty\, a$) mit 88° 18′. Selbst nach Perioden der Ruhe hat er sich stets wieder in dieser Form ausgeschieden. Eine Druse zeigt folgende Reihenfolge von Mineralbildungen: Auf einige verschieden gefärbte dünne Kalkspathschichten folgt eine Auskleidung des ganzen Hohlraumes mit sehr kleinen zierlichen, blassröthlich gefärbten Quarzkrystallen, zwischen denen gleichzeitig gebildete Kalkspathkrystalle inneliegen, welche durch das stellenweise stattfindende Brausen mit Säuren und durch die Härte leicht zu unterscheiden sind. Mit der Loupe erkennt man die deutlichen Enden des erwähnten Rhomboëders mitten unter Dihexaëdern. Dieser zierlichen Incrustation sitzen zerstreut einzelne 1—2‴ grosse grünliche, durchsichtige Kalkspath-Krystalle auf, welche mit dem würfelähnlichen Rhomboëder ein spitzes Skalenoëder verbinden. Auch dieser zweite Act der Krystallbildung wurde unterbrochen und als derselbe wieder begonnen, da blieb der sich absetzende kohlensaure Kalk abermals

seiner früheren Gestalt treu und bildete einzelne grosse Krystalle, die bis 1½ Zoll im Durchmesser haben. Dieselbe periodische Bildung von Kalkspathkrystallen von gleicher Form herrscht mit geringen Änderungen in allen Drusen am Molignon; aber in einigen stark zersetzten Tuffen fehlt die Quarz-Incrustation und die Kalkspath-Krystalle sind in ihnen unklar, während im vorigen Fall bis ½″ grosse vollkommen durchsichtige Individuen vorkommen. Eine weitere Modification besteht darin, dass der Quarz einen dünnen, sehr fein krystallisirten Überzug über die Kalkspath-Rhomboëder bildet und dies ist der einzige am Molignon vorkommende Fall, wo auch ein Theil der Kalkspathmasse durch Quarz verdrängt ist; doch besteht allemal der Kern der Krystalle noch aus unverändertem Kalkspath.

Zwei eigenthümliche Merkmale sind es, die bei diesen Mineralvorkommnissen am Molignon auffallen: das ausschliessliche Vorkommen des würfelähnlichen Rhomboëders, zu dem höchstens die Flächen des erwähnten Skalenoëders hinzutreten, und die theils gleichzeitige, theils successive Bildung von Quarz- und Kalkspath-Krystallen. Die erste Erscheinung kann auf keine durch das Experiment gegründeten Thatsachen gestützt werden; wir können zu ihrer Erklärung nur nach Analogien suchen. Man kennt dieselbe Krystallform des Kalkspaths in den Hohlräumen neuerer vulcanischer Gesteine auf den Färöern, also gerade dort, wo das Mineral auch als Product der Zersetzung basischer vulcanischer Gesteine auftritt. Ob es sich dort in ähnlicher Begleitung findet, wie am Molignon, konnte ich nicht erfahren; doch ist es wohl möglich, dass die gleichzeitig in Lösung befindliche beträchtliche Menge von Kieselsäure und Magnesiacarbonat auf die Form Einfluss ausübte. In den Tuffen des Molignon ist der Zersetzung ungemein viel Spielraum geboten. Das Gebirge ist vielfach durchsetzt von tiefen Rissen, überall ist das Gestein blossgelegt und die fortwährend herabrinnenden Gewässer zeigen, insbesondere nach kleinen Regengüssen, durch die grosse Menge mechanisch suspendirter unlöslicher Verwitterungs-Producte, welche wichtige Rolle die Zersetzung ununterbrochen in diesem Gebirge spielt. Es werden daher die in das Gestein eindringenden Gewässer ungewöhnlich reich mit gelösten Stoffen beladen sein, von denen nun irgend einer die Form des Kalkspaths bedingt. Demselben Umstand ist es auch zuzuschreiben, dass die Gewässer Kieselsäure auf Kalk absetzen konnten, ohne diesen dafür zu lösen. Quarzkrystalle auf

Kalkspath kommen, wie in Carrara, gerade in solchen Fällen vor, wo die Gewässer mit kohlensaurem Kalk gesättigt sein mussten, so dass eine Verdrängung nicht stattfinden konnte. Da nun kohlensaurer Kalk das wichtigste Zersetzungsproduct eines Hauptbestandtheils des Augitporphyrs ist, so konnte er gerade am Molignon in so bedeutender Menge neben Kieselsäure in den Gewässern gelöst sein, dass die Krystalle der letzteren sich selbstständig ausscheiden mussten, ohne an die Stelle der fertig gebildeten Kalkspathkrystalle zu treten.

b) Kalkspath vom Pufler Bach.

Eine Stunde nördlich vom Molignon entspringt der Pufler Bach, ein unbedeutender Zufluss des Grödner Bachs. Zwei Quellbäche vereinigen sich zum Hauptbach gerade am oberen Rand des nördlichen Steilabfalls der Seisser Alpe, wo eine mächtige Masse von Augitporphyr sich als Lagergang in die Schichten eingedrängt hat. Er tritt in einer bedeutenden Erstreckung zu Tage und ist in einzelnen kleinen Theilen mandelsteinartig ausgebildet. Dies ist in vorzüglicher, eigenthümlicher Weise der Fall an jener Vereinigungsstelle, die den Namen des Pufler Lochs führt. Der Augitporphyr ist stark verwittert und enthält Höhlungen von verschiedener Grösse; einzelne haben 6—8 Zoll im Durchmesser, während andere mikroskopisch klein sind; alle zeichnen sich durch ihre flachgedrückte scheibenförmige Gestalt aus. Der Kalkspath findet sich nur in wenigen Individuen, welche stets nur durch die Flächen des gewöhnlichen Skalenoëders $(a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} a : c)$ in Combination mit dem Rhomboëder $(a' : a' : \infty a' : c)$ begrenzt sind. Die Krystalle sitzen auf kugeligem Prehnit und sind nach diesem gebildet.

c) Ein drittes wiederum abweichendes Vorkommen von Kalkspath ist am Westrand der Seisser Alpe, am Cipitbach, dem Quellbach des Seisser Bachs, der auf der Seisser Alpe unmittelbar an den Wänden des Schlern entspringt und in einer steilwandigen tiefen Schlucht gegen das Bad Ratzes hinabstürzt. Ihr oberster Theil ist von der Fortsetzung jenes Lagerganges von Augitporphyr gebildet, den wir am Pufler Bach kennen lernten. Auch auf Cipit ist er mandelsteinartig ausgebildet und führt Analcim mit Apophyllit und Kalkspath in der Form des ersten spitzeren Rhomboëders.

Liebener erwähnt ausser den genannten noch Kalkspathkrystalle von Driole Palle, wo das würfelähnliche Rhomboëder die dort vorkommenden Analcimkrystalle begleiten soll. Bemerkenswerth

ist, dass die Mineralien von diesem Fundort in einer der S. 345 erwähnten Breccien auftreten, wo sie die Stelle des entfernten Bindemittels einnehmen. Es ist eine dem Molignon entsprechende Lagerstätte, wo auch die Zersetzung mit jener ausserordentlichen Schnelligkeit vor sich geht, und nur diese beiden Orte sind durch die genannte Form ausgezeichnet.

Ungemein häufig tritt der Kalkspath als Ausfüllungsmasse von Hohlräumen auf und zwar in gewissen mandelsteinartigen Gesteinen stets so, dass jeder Hohlraum von Einem Kalkspath-Individuum, oder, wenn er sehr gross ist, von wenigen in einander greifenden Individuen erfüllt ist. Es sei mir gestattet, auf dieses weit verbreitete, in allen basischen Gesteinen häufige Vorkommen näher einzugehen.

Wenn in einem Hohlraum von der Seite her Gewässer eindringen, deren gelöste Bestandtheile an den Wänden sich in Krystallen ausscheiden, so sind diese von allen Seiten her nach der Mitte gerichtet und ragen frei in den Hohlraum. An der Decke einer Tropfsteinhöhle hingegen können sich bei der Verdunstung des unaufhörlich rinnenden Wassers Mittelpunkte der Krystallisation bilden, von denen aus ein einziges Individuum in der durch die Schwere und das Rinnen des Tropfens angewiesenen Gestalt fortwächst, wie der Alaunkrystall in einer verdunstenden Lösung. Dies ist aber nicht möglich in einem kleinen ringsum geschlossenen Raum. Hier kann der Niederschlag aus dem Wasser nicht einseitig an der Decke oder am Boden der Höhlung beginnen, er beginnt an allen Seiten zu gleicher Zeit und setzt nach der Mitte hin fort. In einem Hohlraum kann sich Ein Individuum nur dann bilden, wenn eine darin eingeschlossene flüssige Masse gleichmässig in den festen Zustand übergeht. Das ist aber beim kohlensauren Kalk nur dann möglich, wenn er geschmolzen ist. Alle sogenannten Mandelsteine, welche Kugeln von Kalkspath enthalten, deren jede Einem Individuum angehört, haben daher eine weit andere Entstehungsweise, als die eigentlichen Mandelsteine, deren Blasenräume bereits vor der Bildung der darin enthaltenen Mineralien fertig gebildet waren. Die heissflüssige Masse hat bei der Eruption Bruchstücke der anstehenden Kalksteine losgerissen und in sich eingeschmolzen. Die kleineren Fragmente wurden vollständig geschmolzen, nahmen als Flüssigkeit in einem flüssigen Medium Kugelgestalt an, erstarrten in dieser und sind nun als solche dem festen Gesteine eingesprengt. Wir trennen daher diese Bildungen streng von den Mandelsteinen und

verweisen sie unter die Reibungsconglomerate. Nur auf die angegebene Weise können viele begleitende Erscheinungen erklärt werden, z. B. das Beschränktsein des Vorkommens auf die Grenzen der Eruptivgesteine mit sedimentären, die stets gleichmässig gerundete, niemals verzogene und gekrümmte Gestalt der Einschlüsse, das Vorkommen von Mandeln, die Ein Individuum einschliessen, mitten unter Hohlräumen, welche die Mineralien in gewöhnlicher Anordnung enthalten; es ist kein Grund gegen die Möglichkeit der Bildung von Blasenräumenin einem Reibungsconglomerat vorhanden, da ein solches stets dieselbe Rolle spielen muss, als das normale Eruptivgestein und wohl die Blasenbildung, zumal sie nur an den Grenzen auftritt, nur befördern kann. — Doch es gibt ausser allen diesen hypothetischen Schlüssen auch Thatsachen, welche die Theorie bestätigen.

An dem nördlichen der beiden Jochübergänge, welche die Thäler Gröden und Enneberg (S. Maria und Colfosco) verbinden, steht von S. Maria bis zur Jochhöhe vielfach Augitporphyr an, der von Reibungsconglomeraten begleitet ist. Er durchbricht Kalk, daher Bruchstücke desselben in jenen inneliegen. Die grösseren haben eine unregelmässige Form, sind im Innern dichter Kalk, nach aussen aber vollkommen krystallinischer, grossblättriger Kalkspath, der mehreren grossen Individuen angehört, welche allmählich in den dichten Kalk der Mitte übergehen. Je kleiner die Fragmente, desto mehr runden sich die Ecken ab, desto mehr gehen auch jene wenigen Individuen in Eines über und wo die schwarze Masse ganz von kleinen Fragmenten erfüllt ist, da sind diese vollkommen die gewöhnlichen rundlichen Kugeln, deren kohlensaurer Kalk Einem Individuum angehört. Gleiches lässt sich an vielen Stellen beobachten, z. B. in einer Schlucht auf der Alpe Cipit; hier treten zu den Fragmenten noch eine Menge von Blasenräumen, welche mit andern Mineralien erfüllt sind [1]).

[1]) Coquand (Traité des roches. Paris 1857) versucht ebenfalls die der oben betrachteten analoge Mandelsteinbildung seines „Albitophyr's“ aus dem Departement du Var aus anderen Ursachen zu erklären, als durch Infiltration. Nach ihm stiegen in der flüssigen Masse aus der Tiefe Blasen von Kohlensäure auf, welche den Kalk aus dem umgebenden Gesteine anzog, und sich mit ihm verband, während die anderen Elemente zum Feldspath u. s. w. zusammentraten. Doch dann müsste das umgebende Gestein weit von dem normalen abweichen; denn der Mangel eines einzigen Bestandtheiles würde seine Zusammensetzung wesentlich ändern. Ferner wiederstreitet die Theorie allen Gesetzen der chemischen Verwandtschaft; denn wenn auch Kalk in wässeriger Lösung Kieselsäure gegen Kohlen-

Die Bildungsweise der Einschlüsse von krystallisirtem kohlensaurem Kalk im Augitporphyr ergibt sich also als eine doppelte: durch Einschmelzen von Bruchstücken in die heissflüssige Masse und durch Infiltration. Jene ist beschränkt auf die Grenzen mit durchbrochenen Sedimentärgesteinen, diese findet überall Statt, wo Hohlräume vorkommen. Die Form der Krystalle ist von gewissen Eigenschaften des Lösungsmittels abhängig, die sich noch nicht mit Gewissheit bestimmen lassen.

Die leichte Löslichkeit macht den Kalkspath einer sehr mannigfaltigen Umbildung durch Verdrängung fähig. Auf unserer Lagerstätte lassen sich indess nur wenige Fälle einer solchen beobachten. Es kommen folgende vor:

Bitterspath nach Kalkspath. Von dieser sonst so häufigen Pseudomorphose erhielt ich aus dem Fassathal nur Ein Exemplar von unbestimmtem Fundort. Braune Bitterspathkrystalle bekleiden die Flächen der Kalkspathrhomboëder oder beginnen sich in kleinen Hohlräumen zu bilden, von denen aus sie sich weiter eindrängen. Ihre Bildung in einem so magnesiareichen Gestein, wie die basischen Tuffe, kann nicht auffallen; wohl aber kann der Umstand wunderbar scheinen, dass die Pseudomorphose nicht häufiger vorkommt, um so mehr als sich in jenen kein Magnesiasilicat bildet, sondern nur das Carbonat von den Gewässern fortgeführt wird.

Quarz nach Kalkspath. Pseudomorphosen von Quarz nach Kalkspathkrystallen sind wegen des seltenen Vorkommens der letzteren sehr vereinzelt und dürften sich auf das erwähnte Vorkommen am Molignon beschränken, wo wenigstens die äusseren Theile umgewandelt sind. In um so grossartigerem Massstabe findet die Umbildung von krystallinischem Kalkspath in Quarz Statt. Auf dem grossen alpenreichen Tuffgebirge zwischen Monte Creppa und Bufaure

---

säure unter gewissen Umständen austauschen kann, so ist doch in der Glühhitze die Verwandtschaft zur Kohlensäure vollständig aufgehoben, wogegen eine Temperaturgrenze der Verwandtschaft zur Kieselsäure noch gar nicht ermittelt ist. Endlich ist nicht zu erklären, woher die Kohlensäure in einer Eruptionsmasse kommen soll. Kohlensäure ist durchaus kein ursprünglicher Bestandtheil irgend eines eruptiven Gesteins. Wie sie aber aus der Umgebung aufgenommen sein soll, ist bei den Verhältnissen des Vorkommens unklar. Die Coquand'sche Theorie wiederstreitet also allen bekannten geologischen und chemischen Thatsachen, welche zur Erklärung des angeregten Phänomens beitragen können.

findet sich allenthalben Kalkspath als Ausfüllung von Gangmassen, besonders häufig auf der Alpe Giumella. Von den Wänden aus beginnt an die Stelle des kohlensauren Kalkes Kieselsäure zu treten. Sie imprägnirt denselben anfangs nur und zwar findet hierbei der eigenthümliche Umstand Statt, dass die Härte auf gewissen Spaltungsflächen stärker zugenommen hat, als auf anderen. Nach und nach wird das Carbonat ganz verdrängt, Quarz ist an seine Stelle getreten. Auch in den erwähnten mandelsteinartigen Reibungsconglomeraten von Cipit geht dieselbe Umwandlung in grosser Ausdehnung von Statten. An vielen Handstücken zeigt fast jeder der kleinen runden Einschlüsse die begonnene oder vollendete Metamorphose. Der durch den bezeichneten Vorgang entstandene Quarz hängt häufig der feuchten Lippe an und hat alsdann ein opalähnliches Ansehen. Es scheint, dass sein Auftreten an der Stelle von Kalkspath ein sehr allgemein verbreitetes ist; in den Tuffen von Tirol dürften sich viele Quarzeinschlüsse dadurch erklären.

Skolezit nach Kalkspath. Skolezit findet sich auf der Alpe Sotto i Sassi in einem Tuffgestein, welches viele eingeschlossene Kalkbruchstücke mit grossen durchgehenden Spaltungsflächen enthält. Er bildet radial breitstrahlige Partien, deren Krystalle langsäulenförmig, flachgedrückt nach $(b : \infty a : \infty c)$ und auf dieser vorwaltenden Fläche federartig gestreift sind. Die Individuen sind daher Zwillinge und haben deutliche Endflächen $(a : b : c)$, $(a' : b : c)$, von denen die letztere vorherrschend ist zwischen dem durch die Zwillingsverwachsung veranlassten Doppelsystem der ersteren. Die Centren der Krystallisation, welche aus scharfkantigen in die Skolezitmasse eingreifenden Krystallen bestanden, sind zerstört und die leeren Räume zurückgeblieben. Alle diese Krystallisationsmittelpunkte und mit ihnen die strahligen Skolezitkugeln befinden sich an den Wänden eines langgezogenen Hohlraumes (vielleicht einer Kluft), der mit Kalkspath von den erwähnten Eigenschaften erfüllt ist. Die Strahlen des Skolezits greifen in denselben ein und setzen zum Theil weit in ihm fort. Die einzelnen Krystalle tragen ihn gleichsam schwebend, da er von der complexen Masse der Skolezitkrystalle allseitig getrennt ist. An einem der vorliegenden Handstücke ist das Kalkspath-Individuum fast verschwunden; die Skolezitkrystalle ragen von allen Seiten mit vorzüglichen Endflächen in einen kleinen zurückgebliebenen Hohlraum und enthalten nur noch zwischen ihren Säulenflächen einen Rest des Kalkspaths.

Hätte sich der Kalkspath später als der Skolezit gebildet, so müsste er die Zwischenräume vollkommen ausfüllen und könnte nicht in einiger Entfernung von den Enden der Krystalle seine äussere Begrenzung haben. Die zweite mögliche Annahme, dass sich der Kalkspath von innen heraus auf Kosten des Skolezits bilde, wäre vollkommen ungereimt, theils wegen seiner einheitlichen Spaltungsrichtung, theils wegen der freien Krystallenden, theils endlich wegen der Lösungsverhältnisse, welche ganz entschieden für die noch übrig bleibende Annahme sprechen, dass nämlich der Skolezit den Kalkspath verdrängt. Von den Wänden aus wurde der Umwandlungs-Process eingeleitet und schreitet gegen die Mitte vor. Nach den bekannten Versuchen von Wöhler und Rogers scheint es, dass alle Zeolithe in reinem Wasser löslich sind; sie können also von demselben Wasser zugeführt werden, welches den Kalkspath löst. Dieses Wasser aber muss freie Kohlensäure enthalten und nach Bischoff's Versuchen können neben dieser nie Kalksilicate in Lösung sein. Allein wenn dies auch für das einfache Silicat gilt, so ist es doch nicht für die zusammengesetzten Zeolithe entschieden, welche nach den genannten Versuchen wahrscheinlich als solche in Lösung sind. Es scheint im Gegentheil, dass die Zeolithe durch kohlensaure Gewässer schwer zersetzt werden, obwohl sie ihnen mit der Zeit unterliegen. Wir müssen den Skolezit nach Kalkspath zu den Verdrängungs-Pseudomorphosen rechnen, da das Carbonat seine Kohlensäure nicht gegen Kieselsäure abgibt und, wenn dies geschehen könnte, das neue Mineral einen weit grösseren Raum einnehmen müsste, als das frühere, da endlich die Löslichkeitsverhältnisse nur eine solche Annahme gestatten.

Das häufige Zusammenvorkommen von Zeolithen mit Kalkspath erlaubt den Schluss, dass der durch die verschiedene Löslichkeit bedingte Niederschlag des Zeoliths an der Stelle von jenem nicht selten erfolgen und dass diese Art der Pseudomorphosirung zu den häufigen gehören mag. Die Entscheidung ob ein solcher Vorgang stattgefunden hat, wird sich häufig aus der Beobachtung der Krystallform treffen lassen, indem ein Austausch, wobei das neue Mineral sich aus einer zusammengesetzten Lösung niederschlägt, von keinem geringen Einfluss auf die Form sein muss. Genaue Beobachtungen über das Zusammenvorkommen der Mineralien sind auch hier das hauptsächlichste Mittel um Klarheit zu erlangen.

2. **Bitterspath.**

Ausser dem Seite 352 erwähnten Bitterspath nach Kalkspath ist mir in dem ganzen Gebiet kein Vorkommen bekannt geworden.

3. **Quarz.**

Das Vorkommeu von Quarz als Product der Zersetzung ist dem des Kalkspaths sehr ähnlich. Krystallisirter Bergkrystall ist fast allein auf den Molignon beschränkt, von dem wir bereits der die Kalkspathrhomboëder überkleidenden Quarzkrystalle erwähnten, die bald eine zusammenhängende Rinde bilden, bald sich in einzelne vollkommen ausgebildete Individuen auflösen. In einzelnen kleinen Hohlräumen tragen die würfelähnlichen Kalkspathrhomboëder ein einziges vollflächiges durchsichtiges Quarzdihexaëder mit untergeordneten Säulenflächen, das nur mit der unteren Seite dem Boden des Hohlraumes aufliegt. Nicht weniger interessant ist ein drittes Vorkommen am Molignon in einer bestimmten Varietät des Tuffes mit einzelnen langgezogenen Hohlräumen. Rosenrothe, kaum an den Kanten durchscheinende Quarzkrystalle strahlen von einem Mittelpunkt nach allen Seiten aus.

Die Bildungsweise der Achatmandeln ist bereits Gegenstand so gründlicher und erfolgreicher Forschung von Haidinger, Nöggerath, Kenngott, Leydolt, Bischof und anderen gewesen, dass ich auf die vorzüglichen Arbeiten verweisen kann und nicht noch einmal das vielbesprochene Thema aufnehme. Es finden sich Achatmandeln mit den gewöhnlichen Eigenschaften, den Producten eines periodisch veränderlichen Absatzes und freiendenden Krystallen im Innern häufig auf den Alpen Giumella, Cigolon, Bufaure, Pozza, Campai, Campo di Agnello, Valle dell' Omo, Campazzo, Sottocresta etc. Wichtiger sind uns einige andere Vorkommnisse, durch die besonders die Alpe Giumella ausgezeichnet ist. Die als Jaspis, Eisenkiesel, Karneol, Heliotrop bekannten Varietäten sind dort häufig Begleiter der Tuffe. Sehr oft ist ihre Entstehung durch Verdrängung von Kalkspath klar, der zuweilen einen nach aussen bereits verkieselten, scharf abgegrenzten Körper im Innern der Quarzmasse bildet. Aber die Kieselsäure verdrängt auch andere Mineralien. Wir werden noch mehrfach Gelegenheit haben, sie als Pseudomorphose nach einzelnen Krystallen, wie auch nach ganzen Gangmassen kennen zu lernen.

Zeolithe.

Die mandelsteinartigen Augitporphyre von Süd-Tirol und ihre Tuffe gehören zu den ältesten reichen Lagerstätten von Zeolithen. Die basischen granitischen Gesteine (Diorit, Diabas, Gabbro, Hypersthenfels u. s. w.) sind arm daran; nur wenige Grünsteine enthalten Hermotom und einige Mineralien der bezeichneten Gruppe in Hohlräumen. Unter den porphyrischen und den neueren Eruptionsgesteinen sind sie gleichfalls auf die basischen Glieder beschränkt und nehmen im umgekehrten Verhältniss der Kieselsäure zu, daher sie im Allgemeinen auch eine Function des Alters sind. Die Melaphyre des mittleren Deutschlands enthalten Zeolithe bereits in nicht unbedeutender Menge und in den Augitporphyren erreichen sie einen Höhepunkt, der erst in Basalten und Laven überstiegen wird. Wir sehen bei diesem allgemeinen klaren Gesetz von jenen untergeordneten abweichenden Vorkommnissen ab, wie Apophyllit, Analzim u. a. auf Klüften des Thonschiefers bei Andreasberg, Desmin in manchen Kalken u. s. w., da ihre Bildungsverhältnisse noch nicht Gegenstand der Forschung gewesen sind und vielleicht doch mit der Nachbarschaft basischer Eruptivgesteine zusammenhängen mögen. Ebenso ist das Vorkommen des Werner'schen Spreusteins im Syenit eine zwar ungemein beachtenswerthe, aber doch vereinzelt stehende Erscheinung. Die leichte Zersetzbarkeit basischer Eruptivgesteine, die Häufigkeit von Hohlräumen in ihnen im Gegensatze zu kieselsäurereichen Gliedern, das Vorherrschen der für die Zeolithe charakteristischen Basen — dies alles sind Thatsachen, welche das fast ausschliessliche Vorkommen der Zeolithe in basischen Eruptivgesteinen einigermassen begründen aber nicht vollständig erklären. Die Elemente, aus denen diese Mineralien bestehen, sind auch in den Zersetzungproducten anderer Gebirgsarten vorhanden, wenn gleich in anderen Verhältnissen. Das gänzliche Fehlen von Zeolithen in ihnen wäre daher auffallend, die Armuth daran kann eben in den vorigen günstigen Bedingungen der Bildung ihre Erklärung finden.

Die Frage nach der Entstehungsart der Zeolithe ist schon auf sehr verschiedene Weise beantwortet worden. Sehen wir von der längst verlassenen Theorie der Bildung durch Sublimation und der bereits erledigten (S. 351) von Coquand für manche Einschlüsse aufgestellten ab, so bleibt nur übrig, die Zeolithe als Erstarrungs- oder als Infiltrations-Producte anzusehen. Die letztere der beiden

Erklärungsarten hat so viel directe Beweise für sich, dass sie lange allein gelten musste. Der hohe Wassergehalt, das Vorkommen in Achatmandeln und auf Klüften sedimentärer Gesteine, die successive Bildung verschiedener Arten, die gegenseitige Verdrängung in Pseudomorphosen, ihre leichte Veränderlichkeit durch Hitze — alles dies sind Thatsachen, die ebenso als Beweise für die Infiltrations-Theorie gelten müssen, als sie die andere, dass Zeolithe durch Erstarrung aus geschmolzenem Zustand entstehen können, zu widerlegen scheinen. Dass dies aber nur scheinbar sei, beweisen Bunsen's schöne Untersuchungen über die Zeolithe von Island und dessen lehrreiches Experiment, dass durch Zusammenschmelzen von 0·2 Kalkerde, 1 Kieselsäure und 9 Kalihydrat in der Rothglühhitze ein wasserhaltiges Silicat von der Formel $\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2 + Aq$ entsteht, welches bei 109 ° schon $^4/_5$ seines Wassers, unter der Rothglühhitze aber alles Wasser verliert. Bunsen nahm hierauf gestützt an, dass der isländische Palagonit von einer heissflüssigen Eruptivmasse durchsetzt und in zeolithhaltiges Gestein umgewandelt wurde.

Rechnet man hierzu das eigenthümliche Vorkommen des Spreusteins oder Paläonatroliths als Gemengtheil des Zirkonsyenits, so ist die Möglichkeit der Zeolithbildung aus feurigflüssigem Zustande ebenso gut erwiesen, als durch Infiltration; vielleicht können beide Entstehungsweisen bei demselben Mineral stattfinden. Was die Verhältnisse in Süd-Tirol betrifft, so fehlen zunächst bei den mandelsteinartigen Augitporphyren alle Bedingungen zur plutonischen Bildung; bei ihnen konnten die Zeolithe nur durch Infiltration entstehen. Ganz anders die Tuffe, bei deren Bildung das Wasser ebenso bedeutende mechanische als chemische Wirkung übte. Sie waren das Product mehrfacher Eruptionen, deren Material stets die früheren Tuffschichten durchsetzte, um selbst zum grossen Theile zur Bildung neuer Tuffe verwendet zu werden. Da konnte allerdings Zersetzung und nochmalige Erhitzung stattfinden; alle Bedingungen, welche Bunsen für die isländischen Zeolithe voraussetzt, waren gegeben, wenn auch Palagonit in Süd-Tirol nicht vorkommt. Aber wir kommen in Betreff dieser Bildungsweise nicht über die Möglichkeitsgründe hinaus, ein entschiedener Beweis bietet sich nirgends dar; um so mehr stellt sich ein solcher zu Gunsten der Vorgänge heraus, die noch fortwährend von Statten gehen, das sind die Bildungen auf nassem Wege, die sich am klarsten bei Pseudomorphosirungs-Processen erkennen lassen.

Werfen wir nun, gestützt auf die Thatsache der Bildung von Zeolithen aus Producten der Zersetzung, noch einen Blick auf die Bestandtheile dieser Mineralien und ihre Herleitung aus dem Gestein. Vor Allem fällt das Fehlen der im Augitporphyr und in allen zeolithführenden Gebirgsarten in grosser Menge enthaltenen Magnesia auf. Warum ist gerade in dieser bestimmten Gruppe wasserhaltiger Silicate von Thonerde, Kalk, Kali und Natron dieser Bestandtheil ausgeschlossen, während er in anderen Gruppen damit zusammen vorkommt? Gerade die Magnesia wird so leicht der Kieselsäure entrissen und als Carbonat fortgeführt und findet sich dennoch eben so selten als Dolomit in Hohlräumen als in Verbindung mit Kieselsäure in den genannten Mineralien. Sie spielt eine ähnliche Rolle wie das Eisen, welches gleichfalls an der Zusammensetzung der Zeolithe nicht theilnimmt und in seinen Oxyden doch eines der ersten und wichtigsten Zersetzungsproducte ist. Als färbender Bestandtheil der Zeolithe tritt Eisenoxyd wohl auf, aber, wie wir (beim Stilbit) zeigen werden, nur als mechanische Beimengung. — Ein Grund für das Fehlen beider Erden dürfte in dem Verhalten ihrer Carbonate, als welche sie stets fortgeführt werden, gegen Kalksilicat zu suchen sein. Bischoff hat gezeigt, dass bei der Begegnung der beiden Salze in Lösungen ein Austausch der Säuren stattfindet, also die unlöslichen Magnesia- und Eisenoxydul-Silicate niedergeschlagen werden. Es könnte also nur das überschüssige Kalksilicat zur Zeolithbildung verwendet werden. Hiedurch würde sich zugleich die häufige Bildung von Kalkspath neben Zeolithen erklären, denn die freie Kohlensäure würde noch einen Theil des kieselsauren Kalkes zersetzen und somit könnte der kohlensaure Kalk nicht länger in Lösung bleiben. Allein eine so wichtige Rolle auch diese Vorgänge spielen mögen, und dass sie dies thun, dafür spricht das Vorkommen von Magnesia und Eisen-Silicaten als Hülle von Einschlüssen, die im Inneren Zeolithe enthalten, so vermögen sie doch nicht vollkommen die Beziehungen der beiden Erden zur Bildung dieser Mineralien zu erklären. Vor Allem spricht gegen ihre Allgemeinheit das seltene Vorkommen von Speckstein und Serpentin im Augitporphyr.

Wir müssen uns daher noch nach weiteren Gründen für die Ausschliessung der Magnesia und des Eisens aus Zeolithen, sowie für das seltene Zusammenvorkommen der aus Lösungen niedergeschlagenen Salze beider Erden neben Kalk- und Kali-Natron-Silicaten umsehen.

Die schon erwähnten Versuche von Wöhler und den Gebrüdern Rogers über die Löslichkeit der Zeolithe nöthigen zu der Annahme, dass diese bereits fertig gebildet in Lösung enthalten waren, indem die im Wasser befindlichen Substanzen zu dem bestimmten Doppelsilicat und nebenbei noch zu anderen einfachen Verbindungen zusammentraten. Ob aber dann auch noch die an Magnesia gebundene Kohlensäure so stark auf den Kalk wirkt, dass sie ihn dem Doppelsilicat entzieht und dieses zerstört, dies dürfte mit den bisherigen Erfahrungen kaum mit Sicherheit festzustellen sein und wird durch den auffallenden Mangel secundär gebildeter Magnesiasilicate unwahrscheinlich gemacht. Die Annahme aber, dass die Zeolithe fertig gebildet in Lösung enthalten waren, und sich ihrer schweren Löslichkeit wegen zuerst und allein absetzen mussten, widerspricht keiner Erfahrung und vermag alle Erscheinungen zu erklären. Selbst mehrere Zeolithe konnten sich gleichzeitig nebeneinander in Lösung befinden und nach denselben Gesetzen von einander getrennt in demselben Hohlraum krystallisiren, wie Orthoklas und Oligoklas in der erkaltenden Grundmasse eines Porphyrs, die wohl ebenso als Lösungsmittel anzusehen ist, wie in unserem Falle das Wasser. Endlich spricht auch die Umbildung der Zeolithe dafür, dass die kohlensaure Magnesia keinen Einfluss auf den kieselsauren Kalk in der Lösung ausüben konnte. Fortwährend rinnen Gewässer mit jenem Carbonat über die Zeolithe und doch ist nicht Eine Pseudomorphose in ein magnesiahaltiges Mineral bekannt. So wenig also wie hier ein Austausch der Bestandtheile stattfindet, so wenig kann dort ein solcher stattgefunden haben.

Die Arten der unsere Lagerstätte charakterisirenden Zeolithe sind ebenso mannigfaltig, als diese selbst; wir beginnen mit dem

4. Apophyllit.

Wenige Mineralien sind für den Augitporphyr durch ihre Form so charakteristisch, als der Apophyllit. Stets sind seine Krystalle durch das Vorherrschen von $P = (c : \infty a : \infty a)$ tafelartig. Die seitliche Begrenzung wird durch $s = (a : a : c)$ von 140° 2′ und die zweite quadratische Säule $M = (a : \infty a : \infty c)$ gebildet; ausserdem kommt noch ein sehr stumpfes Oktaëder zweiter Ordnung $b = (a : \infty a : \frac{1}{5} c)$ vor, während die sonst häufige Säule $(a : \frac{1}{2} a : \infty c)$ niemals vorhanden ist. Die bis 1½″ grossen Tafeln sind auf der Gradendfläche stark gestreift und zwar spiegelt jeder Streifen mit der

Fläche des stumpfen Oktaëders, daher die Neigung zu dessen Bildung sehr vorherrschend ist. Selbst wo es nicht mehr in Flächen ausgebildet ist, wird es noch durch die Streifung angedeutet. Diese ist der Kante *M/P* parallel und mithin in vier Systemen ausgebildet, die in der Mitte zusammenkommen und sich in Linien begrenzen, die der Kante *P/s* parallel sind. Oft herrschen zwei Systeme allein auf Kosten der beiden anderen. — Ausserdem findet sich der Apophyllit derb und zwar, entsprechend der tafelartigen Ausbildung, stets in grossblättrigen Massen, welche meist mit Analcim grosse Hohlräume erfüllen; ihre Anordnung ist fächerförmig um einen Kern von Analcimkrystallen. So ist das Vorkommen in den Hohlräumen des Augitporphyrs am Frombach am Westrand der Seisser Alpe. Etwas weiter südlich bei der Alpe Cipit findet er sich in derselben Begleitung in vorzüglichen Krystallen von der bezeichneten Form, gleichfalls in den Hohlräumen des Augitporphyrs. In den Tuffen kommt der Apophyllit wenig vor. An der Giumella-Alp findet er sich in grossen dicktafelartigen Individuen ohne äussere Flächenbegrenzung; sie sind mit Laumontit verwachsen und gleich diesem stets verwittert. Endlich ist noch eines untergeordneten Vorkommens von blättrigem Apophyllit in den Tuffen des Molignon zu erwähnen, wo er den bekannten Kalkspathdrusen aufsitzt.

Die Erklärung der Bildung eines wasserhaltigen Kalk-Kali-Silicats in den Hohlräumen eines basischen Eruptivgesteines aus dessen Zersetzungsproducten hat keine Schwierigkeit. Was die Umbildung betrifft, so vermochte selbst bei diesem einfachen Silicat die kohlensaure Magnesia keine Veränderung hervorzubringen, obwol freie Kohlensäure nicht ohne Einfluss ist. Es finden sich am Frombach auf den Flächen des blättrigen Apophyllits kleine Kalkspathkrystalle von der Form des ersten spitzeren Rhomboëders in einer eigenthümlichen schraubenförmigen Anordnung. Rings umher ist das Mineral trotz seines zersetzten Aussehens verhärtet, so dass eine Verbindung des Kalkes des Apophyllits mit der Kohlensäure der Gewässer anzunehmen ist, während Kieselsäure und Kali allein zurückbleiben und der kohlensaure Kalk krystallisirt. Von weiteren Umbildungen ist mir nur Eine sehr eigenthümliche mit Sicherheit bekannt geworden:

Mesotyp nach Apophyllit. Grosse Drusen von Cipit zeigen eine gleichmässige Veränderung des Analcims und des Apophyllits. Sie werden matt, undurchsichtig und wandeln sich in ein Aggregat

kleiner nadelförmiger Krystalle um, die besonders in einigen Höhlungen an der Oberfläche deutlich zu erkennen sind. Die metamorphische Bildung ist zwar an und für sich klar, allein die Krystalle sind zu klein, um mit Sicherheit die obige Bezeichnung aufstellen zu können. Eine regelmässige Anordnung der Nadeln findet nicht Statt; sie strahlen nach allen Richtungen und nehmen bei weitem nicht den Raum des früheren Minerals ein. Ungleich klarer kommt die gleiche Metamorphose bei Tierno am Monte Baldo vor, die ich der Analogie wegen erwähne. Grosse Büschel der deutlichsten Mesotypkrystalle greifen in vollständig zersetzten Apophyllit ein; wo dieselben sich nicht vollkommen berühren, sind nur ganz zersetzte mehlartige Überreste des ursprünglichen Minerales zwischen ihnen eingeschlossen. In dem ersten Umwandlungsstadium spiegelt die Spaltungsfläche des Apophyllits noch im Innern der neugebildeten Nadeln, verschwindet aber in kurzer Entfernung. Sämmtliche Krystallbündel sind radial um einzelne Centren an den Wänden des Hohlraumes angeordnet. Von hier kann die Thonerde in Lösung unmittelbar zugeführt werden. In einem bereits am Grunde getrübten Apophyllitkrystall von Cipit fand ich 1·328 Proc. Thonerde. Übrigens dürfte die Sicherheit der Bildung von Mesotyp an der Stelle von Analcim von Tierno den gleichen Vorgang in den Drusen von Cipit mehr als wahrscheinlich machen.

Der Laumontit von Giumella scheint sich gleichfalls auf Kosten des umgebenden Apophyllits zu bilden. Siehe S. 366.

5. Analcim.

Im Augitporphyr der Seisser Alp findet sich Analcim in Begleitung von Apophyllit am Frombach und bei Cipit in grossen Krystallen von der gewöhnlichen Form des Leucitoëders. An ersterem Ort erreichen sie eine Grösse von 3—4″ und kleiden grosse Hohlräume aus. Bei Cipit ist die Ausbildung nie so ausgezeichnet; die Krystalle sind hier von milchweisser Farbe und werden von grossen wasserhellen Apophyllitkrystallen begleitet. Die Untersuchung der Entstehung des Minerals erfordert ein strengeres Eingehen auf die Verhältnisse des Vorkommens. Es finden sich nämlich am Frombach im Zusammenhang mit dem Augitporphyr des gewöhnlichen Fundortes Mandelsteine, welche Einschlüsse von mannigfach verzogenen rundlichen Formen enthalten. Die kleineren bestehen theils aus einer röthlichen feinkörnig-krystallinischen Masse, theils aus Kalkspath, der Einem Indi-

viduum angehört, theils aus Quarz und stellenweise aus einem dichten rothen Zeolith. Diese Einschlüsse charakterisiren das Gestein als eines der S. 351 erwähnten Reibungsconglomerate mit gleichzeitig gebildeten Hohlräumen. Die erstgenannten Ausfüllungen entwickeln sich, wo sie grösser werden, zu deutlich krystallisirtem Analcim und Apophyllit. Es liegt die Annahme nahe, dass alle erwähnten Einschlüsse gleich den Kalkfragmenten losgerissen und eingeschmolzen seien und dass Analcim und Apophyllit sich häufig auf diese Entstehungsweise zurückführen lassen, um so mehr als die Erklärung der Bildung so verschiedenartiger Mineralien in benachbarten Hohlräumen durch Infiltration manche Schwierigkeit bietet. Allein die Anordnung der Mineralien weist jede Möglichkeit einer Entstehung durch Erstarrung zurück. In den grossen Drusen bedeckt zuweilen eine Kruste von Analcimkrystallen die Kalkspathrhomboëder, auch sind auf letzteren einzelne freie Krystalle von Apophyllit aufgewachsen. Sie können also nur durch Infiltration nach der Bildung des Hohlraumes entstanden sein.

Wie der Apophyllit sich um Analcimkrystalle lagert, so sind diese an anderen Stellen von Natrolith umgeben. Bei Cipit finden sich am linken Ufer des Frölschbaches grosse stachlige Kugeln des letzteren auf Klüften eines ungemein stark zersetzten perlgrauen Augitporphyrs; jede Kugel enthält im Innern einige Analcimkrystalle.

In den Tuffen des Fassathales tritt der Analcim in der Krystallform auf, welche ihn auf den cyklopischen Inseln, bei Catania und in den Mandelsteinen von Montecchio Maggiore bei Vicenza charakterisirt: es treten zum Leucitoëder noch Würfelflächen hinzu. Das Vorkommen beschränkt sich auf einen Theil der Wände, welche zwischen Campidello und Pozza an der Süd-Ostseite des Thales aufsteigen. In den weiten Wasserrissen, welche, von steilen Gehängen umgeben, das Bett der kleinen Bäche bilden, die dem Avisio die Gewässer der über den Wänden gelegenen Alpen zuführen, sind wegen der leichten Verwitterbarkeit der Tuffe die Mineralien vorzüglich schön entblösst. Bei der Alpe Ciamól in der Thalschlucht, welche unter dem Namen Drio le Palle bekannt ist, findet sich der bezeichnete Analcim in der früher erwähnten Breccie mit ausgelaugtem Bindemittel.

Die Krystalldrusen sitzen unmittelbar den Bruchstücken an, sind aber nur in den grösseren Zwischenräumen ausgebildet. Statt des Perlmutterglanzes des Analcims vom Frombach besitzen sie Glasglanz; die Härte ist bedeutender, die Spaltbarkeit geringer. Die Ausbildung

der Krystalle ist oft gestört durch die vielfachen mechanischen Verunreinigungen, welche von den Resten des Bindemittels der Breccie herbeigeführt werden. Wenn ein solcher Bestandtheil bei der Bildung auf eine Fläche des Krystalls gelangte, so ist er selten von den weiteren Schichten überwachsen, sondern es entsteht an der Stelle eine trichterförmige Vertiefung. Etwas weiter südlich gegen Le Palle, wo das Gestein ein wenig fester ist, sind die Krystalle durchsichtiger wegen der geringeren Verunreinigung. Es findet hier eine Umwandlung Statt von

Quarz nach Analcim. Auf der ganzen Lagerstätte des Analcims mit Würfelflächen bildet sich gegenwärtig viel Quarz, besonders aber an den Abhängen Le Palle. Er bildet eigenthümliche Massen von zerfressenem Aussehen und wirkt umwandelnd auf den hier vorkommenden Kalkspath und auf den Analcim. Einzelne Krystalle des letzteren sind ganz in Quarz verwandelt; sie zeigen dann eine schalige Bildung, die zuweilen nur an der Oberfläche auftritt und einen Kern von unverändertem Analcim umschliesst. Kleine traubige und kugelige Quarzdrusen sind allenthalben zerstreut, sie haben besonders die Unebenheiten zu Ansatzpunkten gewählt. Alle Bestandtheile dieser Art von Drusen sind im Innern hellroth, an der Oberfläche ziegelroth gefärbt, eine Eigenthümlichkeit der meisten in den Breccien vorkommenden Mineralien.

Betrachten wir das Chemische der Umwandlung, so scheint es bei alleiniger Berücksichtigung der chemischen Formeln, dass wir es mit einer „Umwandlungs-Pseudomorphose mit Verlust von Bestandtheilen“ zu thun haben, wohin Blum auch das ganz analoge Auftreten von Quarz in der Form von Stilbit rechnet. Dann müsste aber das neue Mineral einen weit kleineren Raum einnehmen als das frühere, mithin porös sein. Aber die Krystalle sind vollkommen glattflächig und dicht. Es muss also entweder eine Hinwegführung der Basen, verbunden mit einer Zuführung von Kieselsäure, oder nur eine Verdrängung des Zeoliths durch Kieselsäure stattgefunden haben. Letzteres ist wol das Wahrscheinlichere; nach H. Rose's Analyse enthält der Analcim von der Seisser-Alp[1]) Thonerde und Natron. Das Natron

---

[1]) Die Analyse von H. Rose ergab:

Kieselsäure	55·12
Thonerde	22·99
Natron	13·53
Wasser	8·27
	99·91.

demnach die Formel $3\dddot{\text{Al}}\,\dddot{\text{Si}}^2 + \dot{\text{Na}}^3\,\dddot{\text{Si}}^2 + 6\dot{\text{H}}$.

kann wol durch Zersetzung leicht fortgeführt werden; allein die Thonerde scheint erst durch ihren Eintritt in die Zusammensetzung des Doppelsilicats in gelöstem Zustand entfernt werden zu können. Jedenfalls müsste das Natron bei einer Zersetzung ungleich schneller ausgeschieden werden und der gleichmässige Umwandlungsprocess unmöglich sein. Auch dieser Fall nöthigt also wiederum zur Annahme der Lösungsfähigkeit der gesammten Zeolithverbindung.

Eine andere Umbildung des Analcims ist die Seite 361 beschriebene von Cipit, wo aus seiner Masse kleine Nadeln entstehen. Viele Krystalle haben nur noch einen kleinen Kern der ursprünglichen Substanz; alles Übrige ist mit Beibehaltung der Leucitoëderform porös geworden. Es wurde bereits gezeigt, dass das neue Mineral wahrscheinlich Mesotyp ist.

Brocchi hat am Molignon und anderen Orten des Fassathals Kugeln von durchscheinendem Analcim mit strahligem Gefüge im Innern beobachtet. Blum[1]) sucht dies durch Umbildung in Prehnit zu erklären. Doch ist die Brocchi'sche Beobachtung niemals bestätigt worden und muss, da er sie von mehreren Orten erwähnt, jedenfalls höchst zweifelhaft erscheinen.

6. Mesotyp.

Bereits führten wir (S. 362) Mesotyp als Begleiter des Analcims von Cipit an. Es findet sich hier Natrolith in grossen Kugeln von 2—4″ Durchmesser, die Liebener passend den stacheligen Samenhüllen der Kastanien vergleicht. Zuweilen sind die Krystalle so fein, dass sie auf einer durch den Mittelpunkt der Kugel gehenden Fläche Seidenglanz erzeugen und die Spitzen der Krystalle in unkenntlicher Feinheit ausstrahlen; nur selten sind die Enden mit deutlichen Flächen ausgebildet. Es sind die gewöhnlichen vier Pyramidenflächen, von denen meist zwei in der Grösse vorherrschen.

Was die Zusammensetzung betrifft, so deutet die Verschiedenheit der concentrischen Schichten auf nicht unbedeutende Unterschiede hin, so dass der Name Mesolith in seiner gewöhnlichen Bedeutung darauf anzuwenden sein dürfte. Fuchs bezeichnet damit radial stänglige und fasrige Aggregate, deren chemische

---

[1]) Pseudomorphosen p. 101.

Zusammensetzung bei gleichmässigem Fortwachsen der Krystalle kleinen Schwankungen in Betreff der einatomigen Basen, vielleicht auch im Wassergehalt unterworfen ist. Jene (die Basen) schwanken in den relativen Mengen von Kalk und Natron, deren Summe von ungefähr 14 Proc. constant bleibt.

Wenn schon die Kugeln von Cipit auf eine derartige chemische Verschiedenheit der concentrischen Schichten hinweisen, so gilt dies noch weit mehr von gewissen radialstrahligen Zeolithkugeln, welche sich im Fassathal, so viel mir bekannt wurde, auf der Alpe *Giumella* finden und besonders für die Umbildung des Mesoliths lehrreich sind. Ein durch den Mittelpunkt gehender Durchschnitt einer mehrere Zoll im Durchmesser haltenden Kugel zeigt im Centrum einen Zoll weit verlaufende polygonale dicke Stängel eines weisslichen Minerals von Feldspathhärte, das in eine $1/2$ Zoll dicke concentrische Quarzschicht übergeht, in welcher noch die radiale Anordnung bemerkbar ist. Durch Abnahme der Härte und deutlichere Getrenntheit der einzelnen Strahlen geht der Quarz in einen Faserzeolith über. Die Strahlen des letzteren verlaufen einige Zoll weit mit mannigfachen Biegungen und vielfachem Wechsel; hier und da nehmen sie Partien von Prehnit auf, der endlich herrschend wird und nur vereinzelnte Bündel von Zeolithnadeln einschliesst. Von dem ersten Auftreten des Prehnits an sind die Nadeln gekrümmt, an den starken Biegungsstellen zerbrochen und endlich in ein ungeordnetes Haufwerk von weissen seidenglänzenden Bruchstücken aufgelöst, die durch eine grünliche Substanz verbunden sind. Die einzelnen Theile des complicirten Baues lassen sich leider nicht chemisch untersuchen, da kein Bestandtheil ausser Quarz und Prehnit rein auftritt. Doch sind die pseudomorphen Bildungen von *Quarz und Prehnit nach Faserzeolith* vollkommen klar und haben zum Theil mit Beibehaltung der Form stattgefunden. Das durch mechanische Zertrümmerung entstandene Haufwerk von Bruchstücken wird allmählich ganz in Prehnit umgewandelt. Der Vorgang ist einfach, besonders wenn man die gleichzeitige Umwandlung in Kieselsäure an einer benachbarten Stelle in Betracht zieht. Nehmen wir an, der ursprüngliche Zeolith enthalte blos Kalkerde, so wird $\dot{C}a\,\ddot{S}i + \ddot{\overline{A}}l\,\ddot{S}i + 3\dot{\overline{H}}$ umgewandelt in $\dot{C}a^2\,\ddot{S}i + \ddot{\overline{A}}l\,\ddot{S}i + \dot{\overline{H}}$. Es hat also bei der Prehnitbildung eine Aufnahme von Kalk und eine Verminderung des Wassers stattgefunden. Enthielt jener auch Natron neben dem Kalk,

so ist dieses verdrängt worden. Dass dieser Process häufiger stattfindet, beweisen unter anderem die Pseudomorphosen von Prehnit nach Natrolith aus dem Fassathal, welche Haidinger zuerst beschrieb [1].

7. **Skolezit.**

Siehe Seite 353.

8. **Laumontit.**

Die grossen verwitterten Krystalle, welche von verschiedenen Orten im Fassathal unter diesem Namen aufgeführt werden, sind, soweit sie mir bekannt wurden, so wenig bestimmbar, dass ich mich nur der Autorität früherer Bestimmungen aus wahrscheinlich deutlicheren Krystallen füge, wenn ich die Benennung beibehalte. Nur an Prehnit-Pseudomorphosen nach Laumontit von Sotto i Sassi sind deutliche Spuren einer charakteristischen schiefen Endfläche wahrzunehmen.

Auf der Alpe Le Masonade findet sich der Laumontit ganz von Pektolith umschlossen in Hohlräumen des Tuffs; da ich das Vorkommen nicht kenne, so wage ich über den Bildungsprocess nicht zu entscheiden. Nicht weit von dort, auf der Alpe Giumella, ist der Laumontit in Krystallen von ½'' Dicke mit Apophyllit in solcher Weise verbunden, dass seine Säulen unmittelbar in die Tafeln des Apophyllits eingreifen. Der Übergang der beiden Mineralien in einander ist sehr allmählich, so dass die zerbrochenen Laumontitkrystalle an ihren Enden mit den Apophyllitflächen gleichmässig spiegeln. Dass ein Natron-Kalk-Silicat einem Thonerde-Kalk-Silicat weichen muss, hat nichts Befremdendes und es scheint hier eine Verdrängung eines Zeoliths durch einen andern ohne irgend einen Austausch stattzufinden.

Prehnit nach Laumontit. Bei Sotto i Sassi findet sich im Tuff ein eigenthümlicher Complex von Mineralien. Strahlige Massen von 2'' langen, 1—2''' dicken Laumontit-Krystallen sind in eine harte apfelgrüne Masse verwandelt, welche sich deutlich als Prehnit zu erkennen gibt. Daneben kommt das letztere Mineral in seinen gewöhnlichen kugeligen Formen vor; es ist dann dunkler und krönt die Enden einzelner von jenen Krystallcomplexen, in die es übergeht, so dass die kugeligen Formen als die spätere Bildung anzunehmen

---

[1]) Zeitschr. Lotos, 1841. Vgl. auch Blum, Pseudomorphosen, Nachtrag I, p. 60.

sind. Den Prehnitkugeln sitzt eine Druse von Kalkspath in würfelähnlichen Rhomboëdern auf, eine Form dieses Minerals, der wir in den Tuffen von Fassa bereits mehrfach begegneten. Die dem Prehnit zugekehrte Seite des Kalkspaths ist zerfressen. Doch lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob sich jener auf Kosten von diesem bildet. Dann wäre er pseudomorph nach Laumontit und hätte sich ausserdem nachträglich als Pseudomorphose nach Kalkspath über die schon umgewandelten Krystalle abgelagert.

So weit ist der primäre Umwandlungs-Process vorgeschritten. Eine zweite Veränderung zeigt sich in der Zersetzung des Prehnits zu einer weissen, zum Theil bräunlich gefärbten feinfaserigen asbestartigen Substanz, die vor dem Löthrohr leicht schmelzbar ist. Die Fasern stehen theils rechtwinkelig zur Hauptaxe der Laumontitkrystalle, theils sind sie ihr parallel; ihre Bildung beginnt an einzelnen Krystallen, von denen aus sie zu einer Länge von 3—4‴ anwachsen. Die Enden der Laumontit-Krystalle sind meist ganz in diese Substanz verwandelt, daher selten eine Spur der schiefen Endfläche wahrznnehmen ist. Weniger vorgeschritten, wahrscheinlich wegen der späteren Bildung, ist die Umwandlung des kugeligen Prehnits, in dem sich kleine mit jener faserigen Substanz erfüllte Hohlräume gebildet haben.

Pseudomorphosen von Prehnit nach Laumontit wurden bereits von F. Sandberger[1]) bei Tunnel in der Nähe von Weilburg und von Grandjean[2]) bei Oberstein in Nassau beobachtet.

9. **Stilbit.**

Die ziegelrothen Krystalle von Blätterzeolith, welche in der Augitporphyrbreccie von Le Palle gefunden werden, sind seit langer Zeit unter dem Namen Heulandit in Sammlungen und Lehrbüchern eingeführt worden. Es ist indess durchaus kein Grund zu dieser Benennung vorhanden, wenn man nicht die Farbe als massgebend betrachten will. Die Krystallform ist ganz und gar die des gewöhnlichen Stilbits von Hauy, mit dem auch alle übrigen Eigenschaften übereinstimmen. Der blättrige Bruch parallel M ist sehr vollkommen und ausser ihm sind die Flächen $(a : b : \infty c)$, $(b : \infty a : \infty c)$, $(a : 2c : \infty b)$, $(a : 2c' : \infty b)$, $(c : \infty a : \infty b)$, $(b : 2c : \infty a)$

[1]) Leonh. und Bronn's Jahrb. 1851, p. 156.
[2]) Jahrb. des Vereins für Naturkunde in Nassau. Wiesbaden. 1851, 7. Hft., p. 218.

ausgebildet. Die Farbe ist ziegelroth, doch finden sich auch einige wenige wasserhelle Krystalle, der Glanz auf M ist ausgezeichneter Perlmutterglanz, auf den anderen Flächen Glasglanz. Der am vollkommensten krystallisirte rothe Stilbit stammt von Le Palle aus der mehrfach erwähnten bis Drio le Palle sich hinziehenden Breccie mit ausgelaugtem Bindemittel. An dessen Stelle treten, wie dort der Analcim mit seinen Begleitern, so hier der rothe Stilbit. Was aber hier die ausschliessliche Bildung eines Kalk-Thonerde-Silicats[1]) veranlasste, während bei Drio le Palle in dem scheinbar vollkommen identischen Gestein der Natron-Thonerde-Zeolith vorwaltet, das dürfte schwer zu erklären sein. Der Kalk kommt am letzteren Ort allerdings als Kalkspath vor; aber eben für den verschiedenen Gang der Zersetzung ist es schwer, hinreichende Gründe aufzufinden. Es ist in solchen Fällen, deren Süd-Tirol viele aufzuweisen hat, auf beschränktem Raum ein weites Feld für weitere Untersuchungen geöffnet, deren Resultate eine bedeutende Tragweite haben können.

Der rothe Stilbit hat noch weiterhin eine grosse Verbreitung in dem Gebiet der Tuffe. Man begegnet sehr häufig rothgefleckten Felsmassen und rothen Gängen und Nestern von Le Palle durch das benachbarte Giumella-Thal über das ganze Gebirge der Pozza-Alpe bis hinüber nach dem Molignon, wo besonders in den Eruptivtuffen, die die steilen Gehänge zu beiden Seiten des Saltaria-Baches bilden, häufig kleine rothe Partien eingesprengt sind. Die nähere Untersuchung ergibt hier überall rothen Stilbit, der aber selten in freien Krystallen ausgebildet ist; meist tritt er nur derb auf, blättrig oder dicht. Auch in dieser Form findet er sich am ausgezeichnetsten bei le Palle, wo die meisten Klüfte mit blättrigem Stilbit erfüllt sind, der in den innern hohlen Raum hineinragt; er ist dann heller gefärbt als wo die Krystalle unmittelbar die Auskleidung der Wände bilden. Dann ist er von dunkel blutrother Farbe, die ohne viele Zwischennüancen ins Wasserhelle übergeht. Am Molignon kommen neben dem excentrisch strahligen Quarz kleine Rosetten von rothem Stilbit vor, papierdünne Scheiben, aus einer Anzahl von einem Mittelpunkt in einer Ebene ausstrahlender Blättchen gebildet.

---

[1]) Der Stilbit ergibt sich bekanntlich bald als $\dot{\mathrm{Ca}}\,\dddot{\mathrm{Si}} + \dddot{\bar{\mathrm{Al}}}\,\dddot{\mathrm{Si}}^3 + 6\,\dot{\bar{\mathrm{H}}}$ (von den Färöen nach Moss, aus dem Rheinthal nach G. Leonhard), bald als $\dot{\mathrm{Ca}}\,\dddot{\mathrm{Si}} + \dddot{\bar{\mathrm{Al}}}\,\dddot{\mathrm{Si}}^3 + 5\,\bar{\mathrm{H}}$ (von Niederkirchen nach Riegel's Analyse).

Haidinger machte zuerst auf Pseudomorphosen von Quarz nach Stilbit aufmerksam, die in Island und in Tirol vorkommen. Von dem Heulandit beschrieb derselbe einen vollkommen ausgebildeten, in Quarz umgewandelten Krystall, der sich in der Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt befindet. Dieser Umwandlungsprocess findet in grossem Massstabe Statt. An der durch die verschiedensten Arten des Vorkommens von Quarz ausgezeichneten Giumella-Alpe sowie auch an den Abhängen von Le Palle kommen einzelne Gänge dieses Minerals vor, welche von der Mitte nach den Wänden allmählich an Intensität der rothen Färbung zunehmen, bis endlich an diesen selbst dichter oder blättriger Stilbit sich einstellt, der durch Zunahme der Härte den Übergang in Quarz anzeigt. An den Wänden bildet er excentrisch strahlige Partien. Diese Umwandlung, welcher wahrscheinlich alle ziegelrothen Quarzgänge der Tuffe ihre Entstehung verdanken, ist durchweg mit grosser Klarheit zu verfolgen. Auch diesen Vorgang können wir nur zu den Verdrängungspseudomorphosen rechnen, aus den beim Analcim auseinandergesetzten Gründen. Von besonderem Interesse ist der hierdurch gelieferte Beweis, dass die rothe Färbung des Heulandits nur von mechanischer Beimengung herrührt, da die ganze den Stilbit repräsentirende chemische Verbindung entfernt wird und nur die rothe färbende Substanz unverändert im Quarz zurückbleibt.

10. Thomsonit.

Das meist als Skolezit aufgeführte und noch jetzt häufig als solcher geltende Mineral vom Puflatsch lehrte Haidinger zuerst als Thomsonit kennen. Es findet sich nie in ausgebildeten Krystallen, sondern nur in garbenförmigen Aggregaten. Seine Bildungsverhältnisse sind denen anderer zeolithischer Doppelsilicate analog.

11. Leonhardit.

Liebener erwähnt im „Melaphyr" zwischen Predazzo und Mezzavalle dieses von wenigen Fundorten bekannte Mineral. Das neue Vorkommen desselben ist jedenfalls von hohem Interesse. Da ich es indess nie beobachtet habe, so lasse ich es mit der Aufführung bewenden.

12. Prehnit.

Bereits bei mehreren Mineralien ergab sich ein Unterschied je nach ihrem Vorkommen in Tuffen oder in mandelsteinartigem Augit-

porphyr. Auch der Prehnit zeigt diese Eigenthümlichkeit. In jenen findet er sich stets von apfelgrüner Farbe, die ins Spangrüne, nach der andern Seite in Weiss übergeht, und bildet grössere traubige Massen meist mit deutlich hervorragenden Kanten der Krystalle. Ausser bei Sotto i Sassi (S. 366) kommt der Prehnit in charakteristischen Formen in dem durch Rubellan rothgefärbten augitreichen Tuff von Ciaplaja vor; er besitzt hier häufig die spangrüne Färbung und ist theils über Analcim abgelagert, der die Wände der Hohlräume auskleidet, theils sitzt er diesen unmittelbar auf. Im ersteren Falle ist das Mineral frischer und trägt auf seinen Spitzen kleine Stücke von gediegenem Kupfer, dessen Oxyde daher auch als Ursache der Färbung angenommen werden dürfen. Nach Liebener findet sich Prehnit noch in den Tuffen und Breccien der Alpen Le Palle, Foscacce, Alle Masonade.

Aus den Hohlräumen des eigentlichen Augitporphyrs ist der Kugel- oder Perl-Prehnit (auch Puflerit genannt) von dem vielerwähnten Pufler Loch am Nordrand der Seisser-Alp bekannt. Er bedeckt die beinahe fussgrossen flachen Wände der nach zwei Richtungen stark ausgedehnten Hohlräume. Die Oberfläche der kugeligen Formen zeigt nur entfernt Neigung zur Krystallisation, während im Innern die Kugeln ein krystallinisch-excentrisch-strahliges Gefüge besitzen. Dem Prehnit sitzen kleine Rhomboëder von Chabasit auf, also ein hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung nur durch den grösseren Gehalt an Kieselsäure und Wasser und durch die geringere Menge des Kalkes ausgezeichneter Zeolith. Die Aufeinanderfolge dieser Zersetzungsproducte stimmt vollkommen mit dem gewöhnlichen Gang der Zersetzung überein, da Kieselsäure stets zuletzt in grösserer Menge gelöst wird, wenn die Fortführung des Kalkes nur noch in geringem Masse stattfindet.

13. Chabasit.

Der Chabasit kommt auf unserer Lagerstätte nur an dem eben erwähnten Orte vor und ist ausserdem in Süd-Tirol nur unter ganz abnormen Verhältnissen an die Klüfte des Monzonsyenits gebunden. Die dem Prehnit aufsitzenden Krystalle sind in den gewöhnlichen rhomboëdrischen Formen ausgebildet; doch findet sich selten das einfache Rhomboëder allein; häufig sind dessen Endkanten durch $(2\,\acute{a} : 2\,a' : \infty\, a : c)$ abgestumpft und zuweilen zeigt sich in vorzüg-

licher Klarheit jene Federstreifung der Rhomboëderflächen, welche an den Krystallen von Oberstein und von Giants-Causeway bekannt ist und ein stumpfes Rhomboëder andeutet, dessen Winkel Phillips 173° 46′ fand [1]. Am häufigsten sind Durchwachsungszwillinge von der gewöhnlichen Form.

Mit dem Chabasit sind auch Krystalle von Kalkspath dem Kugelprehnit aufgewachsen. Daneben findet sich nicht selten ein Mineral in feinen Nadeln, das nicht näher bestimmbar ist.

Nach Liebener hat man in früherer Zeit auch am Bufaure Chabasit gefunden.

14. Pistacit.

Die Rolle, welche dieses Kalk-Thonerde-Silicat in Gebirgsgesteinen spielt, ist noch sehr unklar. Doch scheint es sich in den meisten Fällen mehr und mehr als ein Product der Zersetzung auf nassem Wege zu ergeben, wenngleich seine Entstehung durch Auskrystallisiren aus einem heissflüssigen Magma auch vollkommen im Bereich der Möglichkeit liegt, da ja bei anderen Doppelsilicaten beide Bildungsweisen mit Bestimmtheit nachgewiesen sind. Das häufige Vorkommen des Pistacits als Auskleidung von Klüften und als Begleiter von entschieden durch Infiltration entstandenen Gängen machen die Bildung aus Zersetzungsproducten zweifellos. Der Augitporphyr von Süd-Tirol liefert dazu ein sehr beachtenswerthes Argument in der Führung von Pistacit in Hohlräumen. Das Mineral durchschwärmt die ganze Masse des stark zersetzten Gesteins und krystallisirt theils zu concentrisch strahligen Kugeln, theils zu unregelmässig durcheinander gewachsenen Nadeln in die Hohlräume hinein. Ausser dem Pistacit nehmen noch kleine Partien von Asbest und Kalkspath an der Zusammensetzung des Gesteins Theil; dieser Grundmasse liegen sehr stark zersetzte Augitkrystalle inne. Das Vorkommen ist gangförmig im Melaphyr der Sforzella.

Ausserdem findet sich Pistacit an allen Orten, wo eine Umwandlung des Augits in Hornblende und Asbest stattfindet, also in einer Gruppe durch einen bestimmten Gang der Zersetzung ausgezeichneter Gesteine, denen das eben beschriebene auch angehört.

---

[1] Quenstedt (Handb. der Min. S. 282) berechnet danach eine Skalenoëder von der Formel

$$B^{n} \; \frac{1}{13} c : a : \frac{1}{12} \; a : \frac{1}{11} \; a \text{ mit } 173^{0}\ 14'.$$

Der Uralitporphyr des Monte Mulatto führt Pistacit in Menge; doch ist er auf einige Stellen beschränkt, wo die Augitkrystalle sehr klein sind und wohl schon früher Hohlräume im Gestein waren. Der Pistacit bildet grosse strahlige Massen, aber es ist nie die Wand eines früheren Hohlraumes deutlich zu erkennen.

Die Gänge, welche an der Sforzella den „krystallisirten Asbest" führen, sind am reichsten an sehr grossen Ausscheidungen von grünem Pistacit, zwischen dessen dicht durcheinandergewachsenen Krystallen nur noch sehr wenig ursprüngliche Gesteinssubstanz inneliegt.

Versuchen wir eine Erklärung der Pistacitbildung im Augitporphyr, so scheint sie in der stets damit verbundenen Uralit- und Asbestbildung gegeben. Es zeigte sich, dass der letztere Pseudomorphosirungs-Process auf einer Zuführung von Magnesia und einer Entfernung von Kalk beruhe; je mehr er fortschreitet, desto mehr tritt Kalk aus der Verbindung. Die Magnesia suchten wir aus dem stets in der Nähe dieser Pseudomorphosen auftretenden Melaphyr herzuleiten. Die Verwendung der Kalkerde lernen wir im Pistacit kennen. Die Kalkerde des der Zersetzung zuerst unterliegenden Labradors wird ausgelaugt, die des später zerstört werdenden Augits tritt in Verbindung mit dem zurückgebliebenen Thonerde-Silicat des ersteren.

15. **Talk.**

Eine ganz vereinzelt stehende Erscheinung bildet das Vorkommen von Talk in grossblättrigen durchsichtigen Tafeln in Drusen des würfelähnlichen Kalkspathrhomboëders am Molignon. Ist auch theoretisch das Vorkommen von Magnesiasilicat neben kohlensaurem Kalk in den Hohlräumen eines an beiden Basen reichen Gesteins vollkommen begründet, so ist doch die Seltenheit der Paragenesis beider um so mehr auffallend. Talk insbesondere dürfte aus den Hohlräumen vulcanischer Gesteine noch wenig bekannt sein. Die Tafeln erreichen eine Grösse von $^3/_4''$ bei einer Dicke von $2'''$ und sitzen den Spitzen der Kalkspathkrystalle auf.

16. **Chlorit**, **Delessit**, **Grengesit** u. s. w.

Diese Namen, welche für einzelne schuppige und körnige in den Hohlräumen der Mandelsteine auftretende Zersetzungsproducte von grüner Farbe angewendet werden, sind an so unbestimmte und schwankende Begriffe gebunden, dass man in seltenen Fällen mit Bestimmtheit eine dieser Bezeichnungen gebrauchen kann. Die betref-

fenden Einschlüsse enthalten vorwaltend Kieselsäure, Magnesia und Eisenoxydul neben andern untergeordneten Bestandtheilen und scheinen meist Gemenge verschiedener Mineralien zu sein. Eine Analyse kann wegen des meist zugleich auftretenden Kalkspathes und anderer untergeordneter Begleiter selten zu einem befriedigenden Resultate führen. Doch hat die Zusammensetzung schon an und für sich nicht unbedeutendes Interesse wegen des vorwaltenden Vorkommens der beiden Basen, die wir in allen anderen Producten der Zersetzung vermissen. Auch die Tuffe und der mandelsteinartige Augitporphyr Süd-Tirols sind reich an den durch Eisenoxydul grün gefärbten an der Luft sich braun färbenden Einschlüssen; besonders treten sie charakteristisch in den rothen Tuffen von Ciaplaja auf. Sie erfüllen hier Hohlräume von der mannigfaltigsten Gestalt und sind meist mit Kalkspath durchzogen, dem sie zuweilen das Innere des Hohlraumes so weit einräumen, dass nur eine grüne Rinde übrig bleibt. In dieser Form begegnet man den genannten Mineralien auf unserer Lagerstätte sehr häufig (Molignon, Cipit etc.); sie ist zugleich diejenige, welche in allen basischen Gebirgsarten in grosser Verbreitung auftritt. Ist auch die Bildung von Eisenoxydulsilicat gerade in Hohlräumen durch das Begegnen von Eisenoxydulcarbonat mit Kalksilicat leicht erklärlich, so bleibt doch in vielen Fällen, insbesondere in den durch Rubellan gefärbten Tuffen von Ciaplaja die Bildung auffallend, da man als Ursache der Färbung von diesen Eisenoxyd annehmen muss und dieses scharf gegen das Oxydul der Hohlräume abgrenzt.

17. Grünerde.

Grosse Ablagerungen dieser Substanz, welche gleich den vorigen kein hinreichend festgestelltes Mineral ist, finden sich besonders an der Seisser Alpe, an den Abhängen bei der Sennhütte Cipit. Sie bildet hier Anhäufungen in grossen Hohlräumen und auf Klüften, während sie als Ausfüllung von Blasenräumen nicht vorkommt. Dass die Grünerde ein Zersetzungsproduct des Augits sei, beweisen die Pseudomorphosen des letzteren von Pozza. Dadurch wird ihre Bildung klar. Wir wissen, dass der fein zerstreute Labrador zuerst zersetzt und fortgeführt wird und eine erdige augitische Masse zurücklässt, welche meist fortgeschwemmt wird. Sammelt sie sich aber an irgend einer Stelle an und finden hier dieselben Bedingungen der Zersetzung Statt, wie auf der Alpe Pozza, so wird hier ein Residuum von Grünerdemasse

entstehen, natürlich verunreinigt durch eine Menge von fremden Substanzen, von denen man einige, welche besonders die Farbe stören, behufs technischer Zubereitung mit Säuren ausziehen kann.

Rückblick.

Die als Zersetzungsproducte in den Hohlräumen des Augitporphyrs und seiner Tuffe auftretenden Mineralien bieten, wenn wir sie nochmals überblicken, eine reichgegliederte Mannigfaltigkeit dar. Jeder Fundort ist charakterisirt, wie durch die localen Modificationen der Augitporphyrmasse, so durch die charakteristische Ausbildung ihm eigenthümlicher Mineralien. Allein so gross die Verschiedenheit oft an benachbarten Orten ist, so wunderbar gesetzmässig erweisen sich jene Verhältnisse dort, wo gleiche Umstände den gleichen Gang der Zersetzung fordern. Wie der Rubellan sich dort findet, wo die Gewässer von Dolomit herab auf den Augitporphyr und die Tuffe kommen, wie die Umwandlung im Uralit nur dort vorkommt, wo die Wasser die Magnesia des Melaphyrs auslaugen und dem Augitporphyr zuführen konnten, so beschränkt sich das würfelähnliche Rhomboëder des Kalkspaths auf die Breccien am Molignon und bei Drio le Palle, wo gleiche Bedingungen der Zersetzung herrschten, der Analcim krystallisirt in den Hohlräumen des Augitporphyrs der Seisser Alpe in Leucitoëdern, in den Zwischenräumen der Breccie von Drio le Palle treten die Würfelflächen hinzu. So ist die Gesetzmässigkeit in der Ausbildung der Form und den physicalischen Eigenschaften der chemischen Verbindungen und ihre Abhängigkeit von den Einflüssen des Bildungsvorganges bei den Producten der Erstarrung, des Contacts und der Zersetzung der eruptiven Gebirgsarten eben so klar, als bei den täglichen Vorgängen im Laboratorium.
